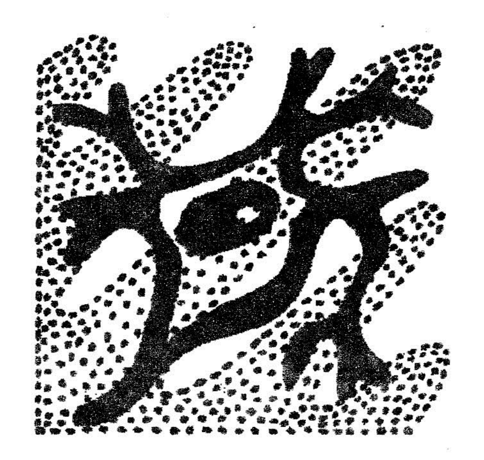
# МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ



# В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

1 (29)
2003

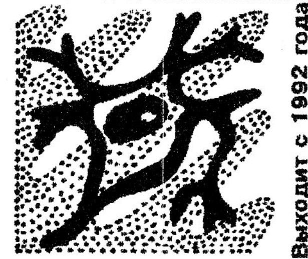
***В НОМЕРЕ:***

***ММ-терапия некоронарогенных поражений миокарда***

***КВЧ-излучение в лечении парадонтита***

**ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 47816 В КАТАЛОГЕ "РОСПЕЧАТЬ": ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ**

# МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ



Выходит с 1992 года

Научно-практический журнал




## Содержание

**№ 1 (29) 2003**

### СТАТЬИ

**Учредитель: ЗАО «МТА-КВЧ»**
Моховая ул., д.11, корп.7, Москва, К-9, ГСП-9, 125009
ИРЭ РАН для ЗАО «МТА-КВЧ»
Тел.: (095) 203-47-89
Факс: (095) 203-84-14
E-mail: N.Leb@relcom.ru

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации.
Свидетельство о регистрации № 0110708 от 27 мая 1993 г.
Лицензия на издательскую деятельность № 001995, серия ИД № 01887, код 221 от 30.05.2000 года.

# Крайне высокочастотная (КВЧ)-терапия в онкологии



## Обзор

*Теппоне М.В., Авакян Р.С.*

*ООО «Колопро-2000»*

В статье представлен обзор литературы, посвященной применению низко интенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона в экспериментальной и клинической онкологии.

### 1. ММ ЭМИ в экспериментальной онкологии

В эксперименте по изучению биологических эффектов электромагнитного излучения было выявлено, что предварительное облучение животных электромагнитным излучением (ЭМИ) сантиметрового диапазона в несколько раз снижало смертность от последующего ионизирующего излучения, предъявляемого в летальной дозе [1, 2].

В последующем, аналогичный эффект был доказан для миллиметрового (ММ) диапазона ЭМИ. Биологические эффекты ММ ЭМИ зависели от длины волны, используемой мощности и длительности облучения [3-5].

Дальнейшие экспериментальные и клинические исследования велись по нескольким направлениям, а именно, влияние ММ ЭМИ на опухолевый рост, гемопротекторный эффект ММ ЭМИ и сочетанное использование ММ ЭМИ с традиционно принятыми методами радикального лечения опухолей.

Получены следующие результаты.

1) ММ ЭМИ не ускоряя опухолевого роста, оказывает ингибирующее влияние на развитие трансплантируемой саркомы и увеличивает срок жизни экспериментальных животных. Эффект максимального подавления роста опухоли (до 60 %) наблюдается при использовании ММ ЭМИ как до, так и после ее трансплантации [6-9].

Выявлены различия эффектов подавления опухолевого роста в зависимости от вида прививаемой опухоли, места прививки опухоли, места КВЧ-воздействия (по отношению к месту имплантации опухоли) и количества лечебных процедур. У животных, которым опухоль перевивалась в область точки акупунктуры (ТА) $GI_4$ (*Хэ Гу*)[1] на одной лапке, а КВЧ-воздействие проводилось на область ТА $GI_4$ (*Хэ Гу*) на противоположной лапке, отмечено значительное торможение опухолевого роста, причем, более выраженное при 3-х кратном воздействии, чем при однократном [9].

В эксперименте на мышах продемонстрировано достоверное снижение скорости развития опухоли на 40-60 % при предварительном облучении у них точек $E_{36}$ (*Цзу Сань Ли*) и $GI_4$ (*Хэ Гу*) [10]. Изолированное использование стандартного режима КВЧ-воздействия [аппарат «Явь-I»: длина волны – 7,1 и 5,6 мм: плотность потока мощности - 10 мВт/см$^2$, длительность процедуры - 30 минут, количество процедур – 7], а также сочетание КВЧ-излучения с эндоксаном позволили добиться торможения роста карциномы легкого *Льюиса* (*LLC*) у мышей,

---

[1] в статье используется французская номенклатура названия каналов

снизить ее метастатическую активность и увеличить продолжительность жизни экспериментальных животных на 58 % [11].

2) В сочетании с противоопухолевыми препаратами (винкристин, имифос, циклофосфан, эндоксан и др.) или рентгеновским облучением ММ ЭМИ избирательно действует на кроветворную систему. Причем характер воздействия определялся последовательностью применения различных факторов. Гемопротекторный эффект и повышение выживаемости экспериментальных животных наблюдались лишь в тех случаях, когда воздействие ММ ЭМИ предшествовало ионизирующему облучению. Если же облучение ММ ЭМИ следовало за ионизирующим излучением, то наблюдалось потенцирование повреждающего эффекта последнего [3, 6].

В последующих экспериментах на мышах было также подтверждено, что ММ-воздействие (частота - 42,19 ГГц, излучение когерентное или с частотной модуляцией ±150 МГц, плотность потока мощности - 15-17 мВт/см$^2$, длительность воздействия 25 мин.) повышает или снижает резистентность животных к воздействию $\gamma$-излучения (в дозе – 6,5 Грей). Знак эффекта определялся последовательностью применения этих факторов. В тех случаях, когда воздействие ММ ЭМИ (в течение 20 дней) предшествовало ионизирующему облучению, отмечена задержка развития лучевой болезни и снижалась смертность животных в 1,5-2 раза по сравнению с контролем. Если же облучение ММ ЭМИ (в течение 30 дней) следовало за ионизирующим излучением, то наблюдалось потенцирование повреждающего эффекта последнего и смертность, по сравнению с изолированным $\gamma$-излучением, увеличивалась в 1,3 раза. Если животные подвергались воздействию ММ ЭМИ как до $\gamma$-излучения (в течение 5 дней), так и после (в течение 30 дней), то протекторный эффект сохранялся, но был выше при использовании модулированного КВЧ-излучения, по сравнению с когерентным [12].

Однако, на культуре клеток нормальных фибробластов человека, растущих *in vitro*, выявлено, что небольшие дозы (по времени) КВЧ-воздействия обладают умеренным протекторным действием, даже при их использовании после ионизирующего излучения [13].

4) На модели гипопластического костного мозга выявлено повышение пролиферации костного мозга доноров, предварительно облученных ММ ЭМИ. Выживаемость животных после облучения летальной дозой рентгена достигала 95-98 %. Отмечено значительное снижение клинических проявлений костномозгового синдрома [14-15].

5) На мышах сравнивали эффективность противоопухолевого воздействия монохроматического и модулированного по частоте (псевдогаусовым шумом) КВЧ-облучения [частота – 42,22 ГГц, плотность потока мощности – 1-5 мВт/см$^2$, на область затылка]. При воздействии модулированного ЭМИ наблюдается частичная регрессия опухоли, при воздействии когерентным - такого эффекта отмечено не было. Показано, что при идентичной мощности, меняя ширину окна и центральную частоту модуляции, можно оказывать на опухолевый процесс выраженное разнонаправленное влияние: от регрессии опухоли и увеличения средней продолжительности жизни животных (ширина окна – 10 Гц и центральная частота модуляции – 10 Гц), до стимуляции роста и сокращении сроков жизни (ширина окна – 1 кГц и центральная частота модуляции – 1 кГц) [16-17].

6) Эксперименты на крысах продемонстрировали многогранный эффект низкоэнергетического импульсного КВЧ- и СВЧ-воздействия наносекундной длительности с большой пиковой мощностью. «Новый» режим воздействия не оказывал отрицательного влияния на экспериментальных животных, активизировал

защитные противоопухолевые системы организма, оказывал непосредственное влияние на клетки карциносаркомы *Уокера in vitro*, сдерживал индуцированный канцерогенами опухолевый рост, снижал вероятность метастатического поражения и повышал сроки жизни экспериментальных животных на 25-30 % [18-19].

7) КВЧ-волны способствуют локальной нормализации показателей перикисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной системы организма. В контрольной группе крыс-опухоленосителей обнаруживалось повышение содержания малонового диальдегида в печени (518,0±15,7 нм/мг). После КВЧ-воздействия этот показатель значительно снижался (394,0±20,3 нм/мг), отражая положительный эффект лечения. Обратная динамика наблюдалась в опухолевой ткани, где под влиянием ММ ЭМИ имело место повышение аскорбатзависимого ПОЛ (опыт — 261,2±10,8 нм/мг, в контроле — 178,9±9,6 нм/мг). Это связано с накоплением цитотоксических свободных радикалов и, по-видимому, способствует ускоренной гибели опухолевой клетки [7-8].

Таким образом, ММ ЭМИ не ускоряет опухолевый рост, не снижает эффективности стандартной схемы лечения, обеспечивает гемопротекторный эффект при сочетании с химио- и лучевой терапией и продлевает сроки жизни экспериментальных животных. Наилучший противоопухолевый и антиметастатический эффекты были достигнуты при сочетанном применении КВЧ- и медикаментозной химиотерапии.

## 2. КВЧ-терапия в клинической онкологии

Клинические испытания КВЧ-терапии показали, что ММ ЭМИ не стимулирует опухолевый рост как первичного, так и метастатического очага и даже способствует уменьшению размеров опухоли [8, 20-25].

Самостоятельно КВЧ-терапия может применяться для лечения доброкачественных опухолей или в качестве паллиативного воздействия с целью снижения выраженности болевого и токсического синдромов. Во всех остальных случаях КВЧ-терапию целесообразно сочетать с оперативным лечением или с химио- и лучевой терапией.

К настоящему времени в онкологической практике КВЧ-терапия используется для лечения следующих нозологических форм и синдромов: полипы желудка и миома матки, доброкачественные опухоли кожи и яичников, локализованный фиброаденоматоз и фиброаденомы грудной железы, злокачественная меланома кожи, рак желудка, молочной железы, яичников, тела и шейки матки, пищевода, легкого, толстого кишечника, ЛОР-органов и др. [22-35].

2.1. В предоперационный период применение ММ ЭМИ позволяет купировать некоторые сопутствующие заболевания, включая эрозивно-язвенные поражение слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки, обострение хронических заболеваний органов дыхания, пищеварения, мочеполовой системы и др., что расширяет возможности оперативного лечения.

Применение КВЧ-терапии до и после операции обеспечивает снижение таких послеоперационных осложнений, как гнойно-септические состояния, геморрагический и атонический синдромы, а также ускоряет процесс заживления ран и постэксцизионных дефектов [25].

Уменьшается выраженность или полностью устраняется болевой синдром, что позволяет снизить дозу анальгетических и наркотических препаратов. В ряде случаев удается предотвратить развитие метастазов [10, 22, 24-25, 30-31, 34, 36].

2.2. Необходимо отдельно подчеркнуть влияние КВЧ-терапии на те-

чение после-операционного раневого процесса.

На стадии альтерации уменьшается интенсивность некролиза и перифокальных реакций. Достаточно быстро исчезает отек и гиперемия, не наблюдается осложнений в виде прорезывания швов.

На стадии регенерации грануляционная ткань никогда не выходит за пределы раны, эпителизация начинается быстрее, чем в контроле, причем равномерно с краев. Рубец никогда не бывает плотным и не бывает келлоидизации, что дает прекрасный косметический эффект.

Полное заживление раны происходит на 5-6 дней раньше, чем при обычном течение раневого процесса [23, 32].

При лечении лазерных ран, у больных отсутствуют побочные реакции, быстро исчезает боль и ощущение дискомфорта в ране [23].

2.3. В клинической онкологии КВЧ-терапия получила наиболее широкое распространение в качестве гемопротекторного и гемостимулирующего фактора при проведении химио- и лучевой терапии.

2.3.1. У больных с исходно сниженным уровнем лейкоцитов периферической крови, ММ ЭМИ может повысить его до уровня, позволяющего назначить курс химиотерапии [7, 9, 23, 36-37]. Не подавляя противоопухолевой активности химиопрепаратов (5-фторурацил, циклофосфан, метатрексат), ММ ЭМИ значительно уменьшает выраженность их токсического действия (тошнота, рвота, расстройства кишечника, снижение веса тела и др.), что обеспечивает проведение лечения в полном объеме без изменения сроков и режима химиотерапии. Количество лейкоцитов в периферической крови остается в пределах нормы [21-25, 32, 37-39].

Стимуляция лейкопоэза и купирование токсического действия химиопрепаратов у онкологических больных было более эффективным на длине волны 7,1 мм, чем 5,6 мм (аппарат «Явь-1», длина волны – 7,1 и 5,6 мм, на область грудины, длительность – 60 мин) [37].

2.3.2. Профилактическое назначение КВЧ-терапии обеспечивало предупреждение развития токсических реакций (в 60 % случаев) или уменьшало их выраженность при проведении специфической химиотерапии платидианом [24-25].

2.3.3. Изучение функциональной активности сегментоядерных нейтрофилов крови выявило достоверное снижение процента ореолообразующих клеток по сравнению с исходным уровнем (до лечения — 3.42±0,21 %, после лечения — 2.06±0,26 %), что указывает на повышение активности сегментоядерных нейтрофилов и, возможно, объясняет снижение побочных токсических явлений, наблюдавшихся у больных при химиотерапии [39].

2.3.4. Аналогичные результаты достигаются при использовании ММ ЭМИ с лучевой терапией.

Сочетание КВЧ-излучения и низкоинтенсивного лазера (680 *нм*) реализует не только гемопротекторный эффект, но позволяет уменьшить выраженность и купировать такие проявления лучевого воздействия, как лучевой фиброз (в 67,1 % случаев), хондро-перихондрит (90,7 %), ректит (91,2 %), стоматит (96,3 %), цистит (96,4 %), вагинит (100 %), энтероколит (100 %) и эпидермит (100% ) и др., что позволяет провести полный курс комбинированной терапии, улучшить его результаты и сократить продолжительность лечения с 18,0±4,0 до 6,5±1,5 дней [24-25].

Ощее и местное КВЧ-воздей-ствие («Явь-1», 5,6 мм) при наличии лучевых повреждений в виде эндометрита, индурации подкожной клетчатки, лимфостаза, свищей, трофических язв и др., сопровождалось эпителизацией кожи, уменьшением отека и боли, а также улучшением показателей периферической крови через 6-8-10 сеансов [40].

2.4. Использование КВЧ-терапии у онкологических больных позволяет уменьшить выраженность или полностью устранить различные звенья патогенеза основного заболевания.

2.4.1. Одним из важных компонентов клинического проявления опухоли любой локализации является наличие болевого синдрома, нарастающего по мере прогрессирования заболевания. Большинство пациентов нуждаются в медикаментозной терапии, включающей наркотические или ненаркотические анальгетики. Назначение КВЧ-терапии позволяет уменьшить выраженность или полностью купировать болевой синдром, а следовательно, снизить дозу применяемого препарата. Обезболивающий эффект начинает проявляться во время сеанса лечения и может продолжаться сутки и более. Относительно стойкий эффект обезболивания наступает через 2-3 процедуры лечения [7, 10, 22, 39].

При использовании МРТ[2] обезболивающий эффект в различной степени достигнут у 95 % онкологических больных. Рекомендуются следующие точки акупунктуры: при гинекологической патологии — $TM_{20}$ (*Бай Хуэй*), $Rp_6$ (*Сань Инь Цзяо*), $JM_1$ (*Хуэй Инь*), $V_{30}$ (*Бай Хуань Шу*) и $V_{27}$ (*Сяо Чан Шу*); при легочной патологии — $JM_{15}$ (*Цзю Вэй*), $JM_{22}$ (*Тянь Ту*), $V_{15}$ (*Синь Шу*), $GI_{10}$ (*Шоу Сань Ли*) и $VB_{37}$ (*Гуан Мин*); при урологической патологии — $F_2$ (*Син Цзянь*), $R_{12}$ (*Чжун Вань*), $C_2$ (*Цин Лин*), $Rp_6$ (*Сань Инь Цзяо*) и $V_{25}$ (*Да Чан Шу*); при заболеваниях желудочно-кишечного тракта — $P_7$ (*Ле Цюе*), $MC_6$ (*Нэй Гуань*), $GI_9$ (*Шан Лянь*), $JM_8$ (*Шэнь Цюе*) и $TR_5$ (*Вай Гуань*) [8-9, 36].

2.4.2. У большинства больных с опухолевыми процессами, и в частности, у больных раком шейки матки, *Т*-клеточный иммунодефицит проявляется в снижении общего числа *Т*-лимфоцитов и отдельных субпопуляций. После проведенного курса КВЧ-терапии отмечена тенденция к нормализации этих показателей: Т-лимфоциты (до лечения: 40,0 ± 3,1 %, после лечения: 47,2 ± 3,4 %); Т-активные лимфоциты (до 23,0 ± 2,1 %, после 28,5 ± 1,8 %), Т-хэлперы (до 27,2 ± 1,8 %, после 31,0 ± 3,6 %), Т-супрессоры (до 13,1 ± 1,1 %, после 16,0 ± 2,0 %). Если же основные параметры клеточного иммунитета находились в пределах нормы, то достоверных изменений после КВЧ-воздействия выявлено не было: Т-лимфоциты (до 58,0 ± 3,6 %, после 58,5 ± 3,9 %); Т-активные лимфоциты (до 28,5 ± 2,2 %, после 29,5 ± 2,3 %), Т-хэлперы (до 37,5 ± 2,9 %, после 38,5 ± 3,4 %), Т-супрессоры (до 19,5 ± 1,3 %, после 20,0 ± 1,7 %) [8, 10, 41].

2.4.3. Применение КВЧ-терапии у больных раком шейки матки выявило эффект стимуляции неспецифического гуморального иммунитета, проявляющийся в повышении уровня интерферона. В зависимости от стадии заболевания, нарушение продукции интерферона наблюдалось в 25-40 % случаев. Больным был проведен курс КВЧ-терапии с индивидуальным подбором частоты (т.е. МРТ). Использовались точки акупунктуры: $GI_4$ (*Хэ Гу*), $GI_6$ (*Пянь Ли*), $Rp_9$ (*Инь Лин Цюань*), $Rp_8$ (*Ди Цзи*), $F_3$ (*Тай Чун*), $VB_{38}$ (*Ян Фу*) и $C_3$ (*Шао Хай*).

В среднем, у больных с II-й и III-й стадиями заболевания, способность мононуклеаров продуцировать γ-интерферон повышалась с 20-40 до 95 ед/мл, а при I-й стадии интерферонновый статус возвращался к норме (120 ед/мл). При неизмененном уровне интерферона, каких-либо достоверных изменений после воздействия ММ ЭМИ выявлено не было [8, 10, 36, 41, 42].

2.4.4. Одним из противопоказаний к назначению лучевой и химиотерапии является низкий уровень лейко-

[2] МРТ- микроволновая резонансная терапия или КВЧ-терапия с индивидуальным подбором частоты ЭМИ.

цитов периферической крови, наблюдаемый у онкологических больных.

Для стимуляции лейкопоэза применялась КВЧ-терапия на фиксированных длинах волн (5,6 и 7,1 мм) и КВЧ-терапия с индивидуальным подбором частоты ММ ЭМИ (МРТ). При первом варианте лечения облучались зоны области грудины, затылка или решетчатого лабиринта, при втором — точки акупунктуры: $R_7$ (*Фу Лю*), $P_{10}$ (*Юй Цзи*), $IG_6$ (*Ян Лао*), $JM_{12}$ (*Чжун Вань*), $JM_{17}$ (*Тань Чжун*), $R_{10}$ (*Инь Гу*), $VB_{35}$ (*Ян Цзяо*) и $VB_{39}$ (*Сюань Чжун*).

В обоих случаях отмечен выраженный гемостимулирующий эффект, проявляющийся в повышении или нормализации уровня лейкоцитов и других показателей периферической крови, что позволило провести необходимый курс химио- или лучевой терапии [10, 21, 22, 36-37, 41, 43].

2.4.5. Использование КВЧ-терапии сопровождается стимуляцией неспецифических адаптационных возможностей организма больного. Отмечено снижение количества больных с реакцией «стресс» с 12,0 до 3,7 % и увеличение количества больных с переходом реакции «стресс» в реакцию «тренировки» и «спокойной адаптациии» по Л.Гаркави [22, 32].

Динамическое изучение стрессорных и адаптагенных гормонов до и после МРТ выявило снижение исходно повышенной концентрации АКТГ, кортизона и адреналина и повышение исходно сниженной концентрации секретина (от $7{,}19 \pm 2{,}40$ до $41{,}11 \pm 15{,}9$ пг/мл) [8].

2.4.7. Использование КВЧ-терапии позволяет уменьшить токсическое действие химиопрепаратов на различные органы и системы, в частности на сердечно-сосудистую систему.

Под наблюдением находились пациенты (n=12) с диагнозом рак молочной железы клинические гр. II-IV, проходившие курс плановой химиотерапии. Двое не подлежали оперативному лечению в связи с обширным метастазированием, остальные были в послеоперационном периоде с различными сроками операции. Пациенты предъявляли жалобы на боли в области сердца, усилившиеся после введения противоопухолевых препаратов. У пациентов имела место синусовая тахикардия (до 115 уд.мин.) и гипокинетический вариант гемодинамики с высокими цифрами общего периферического сопротивления (ОПС) и снижением ударного и минутного объема крови (УОК и МОК, соответственно). После первого сеанса ИВТ[3] по стандартной схеме больные отмечали ослабление неприятных ощущений в области сердца, уменьшилось ощущение сдавления за грудиной, наступила общая релаксация и уменьшились симптомы интоксикации, вызванные введением химиопрепаратов: тошнота и рвота прекратились в течение 1-х суток. Через 3 дня после начала курса лечения уменьшилась синусовая тахикардия (до 80-95 уд.мин.) и произошли изменения в центральной гемодинамики: уменьшилось ОПС и увеличились УОК и МОК (на 15-20 и 90-145 мл соответственно) [43].

2.5. Профилактическая КВЧ-терапия в онкологии.

Изучение отдельных звеньев патогенеза опухолевого процесса позволяет назначить КВЧ-терапию с профилактической целью для уменьшения риска развития онкологических заболеваний.

2.5.1. Опухолевые клетки вырабатывают медиаторы, способствующие повышению свертываемости крови и уменьшающие ее фибринолитическую активность.

После проведения курса микроволновой резонансной терапии выявлено достоверное снижение свертывающей активности крови на 30 %,

---

[3] ИВТ – информационно-волновая терапия – один из вариантов КВЧ-терапии, при которой воздействие осуществляется широкополосным модулированным сигналом на «общесистемные» ТА.

включая такие компоненты коагуляции, как общий фибриноген, фибриноген B, протромбин, время свертывания и агрегационная способность тромбоцитов [10].

2.5.2. Как уже отмечалось выше, у больных с различной опухолевой патологией выявляется подавление как клеточного, так и гуморального звена иммунной системы.

Профилактическое назначение МРТ восстанавливает способность мононуклеаров секретировать γ-интерферон, что способствует снижению вероятности развития рака у пациентов, находящихся в группе риска [10]. Среди 360 обследованных у 102 больных были выявлены различные формы «предраковых заболеваний». Ретроспективный анализ показал, что за 3 года, прошедшие после профилактического курса КВЧ-терапии, ни в одном случае не наблюдалось перехода предопухолевой патологии в рак или другие формы злокачественных новообразований [9].

2.5.3. Согласно гипотезе Р.Кабисова в ложе удаленной или облученной опухоли формируется особое состояние тканей, называемое «вторичный предрак»: возможное наличие опухолевых клеток, открытые пути диссеменации, воспалительная реакция тканей, повышенная пролиферативная активность клеток, нарушение системных и локальных механизмов тканевой трофики, изменения межклеточного взаимодействия. Своевременное и эффективное лечение этого состояния обеспечивает противорецидивный и противометастатический эффект и улучшает отдаленный прогноз у онкологических больных. Эффективность использования ММ-волн в послеоперационном периоде с целью профилактики и лечения «вторичного предрака» достигает 76,9 % [25].

2.6. Использование ММ ЭМИ у инкурабельных больных.

При назначении КВЧ-терапии у инкурабельных больных перед медиками стоят следующие задачи:

1) повышение «комфортности оставшейся жизни» за счет обезболивающего, нарко-седативного, детоксикационного, психотерапевтического и других эффектов;

2) продление жизни за счет повышения специфической (антиопухолевой) и неспецифической резистентности организма больного: стимуляция клеточного и гуморального звеньев иммунитета, лечение и предупреждение развития осложнений и сопутствующих заболеваний;

3) перевод онкологического больного из «инкурабельной» группы в группу больных, которым уже можно провести курс комбинированного лечения, включая радикальное, и т.д.

2.6.1. Несмотря на неблагоприятный исход, тем не менее, заслуживает внимание разбор результатов КВЧ-терапии запущенных форм рака (III-IV клинические группы).

Под наблюдением находилось 36 человек, имевших злокачественные опухоли различной локализации. Некоторые из них перенесли паллиативную операцию, химио- или лучевую терапию. Всем больным проведены однократный или повторные курсы КВЧ-терапии с индивидуальным подбором частоты ММ ЭМИ (т.е. МРТ).

Результаты лечения оценивались по срокам выживания со дня проведения первой лечебной процедуры.

(1) К началу лечения состояние больных, умерших в течение месяца (n = 4), было крайне тяжелым с выраженным болевым синдромом: обтурационная кишечная опухоль в области сигмостомы; опухоль средостения с прорастанием в трахею, бронхи, крупные сосуды и грудину; рак желудка IV стадии с наличием раковой кахексии и асцита; рак поджелудочной железы с обширными прорастаниями в органы и ткани, с множественными отдаленными метастазами. В результате МРТ наблюдалось улучшение общего состояния, быстрое купирование (частичное или

полное) болевого синдрома, восстановление аппетита и сна.

(2) В группе больных, умерших в сроки от 1 до 6 месяцев (n = 10), имелась следующая локализация рака: поджелудочная железа, печень, язык, пищевод, легкие, толстый кишечник и забрюшинное пространство. Все больные отмечали устойчивый обезболивающий эффект, что позволило отказаться от медикаментозных препаратов. Отсутствовали признаки распада опухоли. Кроме того, произошло уменьшение выраженности или полное купирование таких трудно переносимых проявлений основного заболевания, как одышка, изнурительный кашель и кровохарканье (рак легкого с обтурацией главного бронха), поперхивание и нарушение проглатывания (рак языка и пищевода) и др.

(3) В группе больных, проживших от шести месяцев до одного года (n = 5), результаты лечения были аналогичны описываемым выше.

(4) В следующую группу вошли пациенты, находящиеся под наблюдением и продолжающие получать КВЧ-терапию в течение 4 месяцев (n=6), 12 месяцев (n=5) и 3 лет (n=6). У них были следующие нозологические формы и синдромы: рак грудной и поджелудочной железы, рак мочевого пузыря, простаты, сигмовидной кишки, легкого, забрюшинного пространства и др. В этой группе заслуживают особого внимания выраженность обезболивающего эффекта и отсутствие признаков прогрессирования основного заболевания [44].

2.6.2. Аналогичные исследования по лечению больных IV клинической группы с диагнозом рак желудка или толстого кишечника проведены другими авторами.

Под наблюдением находилось 50 человек [$T_3N_1M_1$ (n = 21), $T_4N_1M_1$ (n = 19) и $T_4N_1M_0$ (n = 10)], имевших следующие варианты гистоморфологического диагноза: недифференцированный рак, слизистый рак, плоскоклеточный рак, перстневидноклеточный рак, недифференцированная аденокарцинома, низкодифференцированная аденокарцинома, умеренно дифференцированная аденокарцинома и злокачественный карциноид.

В группе больных, получавших КВЧ-терапию, во время или непосредственно после сеанса были достигнуты следующие субъективные результаты лечения: боль начинала уменьшаться как по распространенности, так и по интенсивности уже через 10-15 минут от начала сеанса, полное исчезновение болевого синдрома наступало через 30-40 минут; при раке желудка со стенозированием — уменьшилась тянущая боль в области пищевода и в горле, а к концу сеанса появлялся аппетит; кроме того, у всех больных уменьшилась слабость и улучшилось настроение.

Непосредственно после сеанса КВЧ-терапии произошло достоверное увеличение уровня гемоглобина, абсолютного числа эритроцитов и лейкоцитов, а также повысилось процентное содержание лимфоцитов и снизилось процентное содержание сегментоядерных нейтрофилов. Через час после КВЧ-воздействия повышался уровень тиротропина и трийодтиронина до нормальных величин (от 0,87 ± 0,09 до 1,57 ± 0,12 мед/л и 0,45 ± 0,067 до 1,10 ± 0,14 нмоль/л соответственно).

При дальнейшем наблюдении (12-13 дней) анальгетический эффект сохранялся или нарастал, улучшился сон, нормализовался аппетит, уменьшилась слабость и диспепсические явления. При стенозе желудка улучшилась проходимость пищи. Число лейкоцитов и величина гемоглобина постепенно возвращались к исходным значениям, однако нарастал митотический индекс лимфоцитов в среднем от 2,1 ± 0,24 до 10,5 ± 0,67. Масса тела увеличилась на 720 ± 103 г.

Через две недели после завершения курса КВЧ-терапии самочувствие больных вновь ухудшалось за счет по-

явления исходной симптоматики заболевания, хотя и менее выраженной.

Для поддержания постоянного лечебного эффекта рекомендовано проводить курсы КВЧ-терапии каждые две недели в сочетании с поливитаминами, аминокислотами, трийодтиронином (50 мкг ежедневно) и гемотрансфузией по показаниям.

Комплексное лечение больных раком желудка и толстого кишечника в течение нескольких месяцев сопровождалось редукцией опухоли в 25 %, стабилизацией — в 50 % и прогрессированием в — в 25 % случаев.

В контрольной группе больных, получавших лишь симптоматическое лечение (n =20), отмечалась прогрессия опухолевого процесса с нарастанием потребности в анальгезирующих препаратах [45].

В результате проведенных исследований можно сделать следующие обнадеживающие выводы:

- В процессе лечения и в ближайшие 1-3 недели положительная клиническая динамика на симптоматическом и патогенетическом уровне отмечена у большинства больных. Существенное повышение «качества жизни» отмечено в 82 % случаев;
- КВЧ/МР-терапия позволяет купировать ведущие клинические симптомы у онкологических больных и по эффективности не уступает традиционному в таких случаях медикаментозному лечению;
- У некоторых больных возможно достижение стабилизации или редукции опухолевого процесса и перехода инкурабильной формы в курабильную;
- Вероятно, в ходе проводимого лечения злокачественная опухоль теряет некоторые аспекты своей «злокачественности», а именно способность к метастазированию и инвазивному росту [44-45].

## 3. КВЧ-терапия в лечении доброкачественных опухолей

При лечении полипов желудка и миомы матки использовалась как моно КВЧ-терапия, так комбинированное лечение в сочетании с оперативным вмешательством. При доброкачественных опухолях яичников КВЧ-терапию применяли в послеоперационном периоде.

3.1. КВЧ-терапия больных с полипами желудка.

В зависимости от используемых методик лечения, всех пациентов, получавших КВЧ-терапию по поводу полипов желудка, можно разделить на три группы.

В первой группе проводилась микроволновая резонансная терапия, то есть осуществлялся индивидуальный подбор частоты ЭМИ (аппарат «Г4-142»), а воздействию подвергались точки акупунктуры, обладавшие наименьшим электрическим сопротивлением: $JM_{12}$ (*Чжун Вань*), $E_{21}$ (*Лян Мэнь*), $E_{36}$ (*Цзу Сань Ли*), $Rp_4$ (*Гунь Сунь*), $JM_{10}$ (*Ся Вань*), $V_{20}$ (*Пи Шу*) и др.). Курс лечения состоял из 8-12 процедур, проводившихся ежедневно или через день. Последующее двухлетнее наблюдение показало улучшение состояния слизистой оболочки желудка, прекращение роста имевшихся полипов и отсутствие возникновения новых [8, 34, 36];

Во второй группе, состоявшей из 13 человек, пациенты получали КВЧ-пунктуру[4]. Точки воздействия подбирались индивидуально на основании синдромного диагноза традиционной китайской медицины: $E_{36}$ (*Цзу Сань Ли*), $Rp_3$ (*Тай Бай*), $Rp_4$ (*Гунь Сунь*) и $B_{20}$ (*Пи Шу*). Использовалась частота ЭМИ 53,53 ГГц (аппарат «Г4-142»). Процедуры проводились 1-2 раза в неделю в

[4] КВЧ-пунктура – вариант КВЧ-терапии, при которой осуществляется индивидуальный выбор точек акупунктуры на основе синдромного диагноза традиционной китайской медицины.

течение 3-4 месяцев. Через 2-3 недели лечения у 12 человек произошло уменьшение выраженности или полное купирование диспепсического синдрома. В конце курса полное исчезновение одного и более полипов отмечено у 5 человек, уменьшение линейных размеров полипов более чем наполовину - у 4, и уменьшение на 1/3 - у 3. Только в одном случае, где не было субъективного улучшения, динамики размера полипов выявлено не было [35].

В третьей группе больные получали курс МРТ после эндоскопической электроэксцизии полипов. Купирование послеоперационного болевого синдрома наблюдалось после первых процедур МРТ. Отмечено улучшение функционального состояния слизистой оболочки желудка и ускоренное восстановление обычно замедленной моторной функции желудка. Полная эпителизация постэксцизионных дефектов через 2 недели лечения выявлена более чем у 90 % больных [8, 31, 34, 36].

Таким образом, вышеуказанные работы демонстрируют возможность эффективного использования КВЧ-терапии у больных с полипами желудка не только в качестве одного из компонентов комбинированного лечения, но и как самостоятельный метод лечения, позволяющий достичь клинического и эндоскопического улучшения.

3.2. КВЧ-терапия больных с миомой матки.

Использовались генераторы ММ ЭМИ «Явь-I» с длиной волны 7,1 мм. Воздействию подвергалась область грудины на уровне 2-го ребра. В зависимости от исходных размеров увеличенной матки применялось консервативное или оперативное лечение. Если размеры матки не превышали 10 недель беременности, КВЧ-терапия использовалась в качестве монотерапии или на фоне гормонального препарата «норколут». При размерах матки более 10 недель беременности, КВЧ-терапия назначалась в послеоперационный период.

3.2.1. *Консервативное лечение миомы матки*

Процедуры проводились ежедневно с 10-го по 22-й день менструального цикла. Курс лечения состоял из 10 процедур по 45 минут каждая. Достигнуты следующие результаты лечения: помимо улучшения общего самочувствия, психоэмоционального состояния и нормализации сна, больные отмечали снижение интенсивности болевого синдрома и укорочение продолжительности менструаций в среднем на 1 сутки; контрольное ультразвуковое исследование выявило уменьшение размеров миоматозных узлов в среднем на 4,88 ± 1,54 мм, а в отдельных случаях до 1,5 - 2,0 см; показатели иммунной системы, в частности *Т*- хелперы, имели тенденцию к нормализации. Применение КВЧ-терапии на фоне гормонального препарата «норколут» позволило снизить дозу лекарства вдвое без снижения его эффективности [27, 46].

Схожие результаты были получены другими авторами при использовании КВЧ-терапии у больных с миомой матки [аппарат «Явь-I», длина волны – 7,1 мм, на область грудины, в течение 30 минут, 10 процедур]. Полное рассасывание фибромиомы наблюдались в группе женщин, имевших размеры матки до 7 недель беременности. При более крупных размерах матки, положительный результат был менее выражен [48].

У больных с миомой матки и мастопатией КВЧ-терапия [аппарат «Стелла-I», длина волны – 7,1 мм, воздействие интравагинально на область шейки матки] проводилась в сочетании с магнитотерапией на область матки, антибактериальной терапией и массажем головы и воротниковой зоны. В результате лечения наступила нормализация менструального цикла, достоверное ($p<0,05$) уменьшение размеров матки (по результатам объективного осмотра с 7,6 ± 1,7 недель до 6,8 ± 1,6 и по УЗИ с 86,0 ± 1,7 до 67,5 ± 1,6 мм по

длине), достоверное ($p<0,05$) уменьшение среднего диаметра миоматозных узлов с 23,8 ± 1,4 до 18,9 ± 1,2 мм, а также улучшение результатов гистологического обследования [49].

В другом исследовании комплексное лечение включало радоновые ванны, КВЧ-терапию, магнитотерапию, ручной массаж волосистой части головы и воротниковой зоны. При наличии вагинальной инфекции проводился курс антибактериальной терапии в сочетании с симптоматическими средствами по стандартной схеме в зависимости от выявленного возбудителя. Результаты лечения: размер матки уменьшился с 7,2 ± 0,3 до 5,9 ± 0,2 недель беременности ($p < 0,001$); Средний размер узлов уменьшился на 3,5 ± 0,1 мм ($p < 0,05$). В целом, эффективность лечения составила 76,4 % [50].

3.2.2. *КВЧ-терапия в послеоперационном периоде у больных с миомой матки*

Всем больным (n=30), у которых миоматозно измененная матка соответствовала по размеру 10-ти неделям беременности и более, проводилась операция по удалению матки. Процедуры КВЧ-терапии начинались с первого дня после операции и продолжались в течение 10 дней. У большинства больных на фоне улучшения общего состояния отсутствовали послеоперационные гнойно-септические осложнения. Проявления иммуннодепрессии отсутствовали или были минимальными [27, 46].

3.3. *КВЧ-терапия больных с доброкачественными эпителиальными опухолями яичников*

Воздействие ММ ЭМИ (7,1 мм) осуществлялось в течение 10 дней, начиная с 8-го дня цикла, по 45 минут на область грудины в месте прикрепления 2-го ребра. Первый цикл из 10 сеансов проводился на 2-й месяц после хирургического удаления опухоли, второй — на 4-й месяц. Контрольное обследование проводилось до лечения, на 6-й месяц и через один год после операции.

Результаты лечения были следующие: у женщин, получавших сеансы КВЧ-терапии, выявлена нормализация секреции пролактина, фолликулостимулирующего гормона, эстрадиола и прогестерона; отмечено устранение сдвигов в иммунной системе, связанных с угнетением звеньев Т- и В-систем иммунитета; снижение исходно повышенной активности протеолитических ферментов и восстанавление баланса в системе протеазы/ингибиторы [29].

Таким образом, КВЧ-терапия у больных с гиперпластическими процессами в матке позволяет добиться улучшения течения заболевания как при монотерапии, так и на фоне гормонального или оперативного лечения. В обоих случаях наблюдалась стимуляция лейкопоэза и увеличение количества палочкоядерных лейкоцитов, а также коррекция гормонального фона преимущественно за счет прогестерона [27, 46].

## 4. КВЧ-терапия при лечении злокачественных новообразований

При злокачественных новообразованиях КВЧ-терапия применяется в комплексе с хирургическим лечением или наряду с химио- и лучевой терапией.

Использовались генераторы ММ ЭМИ «Явь-I» с длиной волны 5,6 и 7,1 мм и «Луч-КВЧ» с длиной волны 7,1 мм. Методики лечения зависели от локализации опухоли и комплекса проводимой терапии.

4.1. *Лечение злокачественной меланомы кожи*

КВЧ-терапия проводилась после хирургического (лазерного) удаления первичного очага. Воздействие осуществлялось путем контактного облучения зоны решетчатого лабиринта или затылочной области в течение 30-60 минут. Количество сеансов достигало 10-15. Как правило, полный курс лечения состоял из четырех этапов: 1-й — непосредственно после операции; 2-й — через 1 месяц после первого курса; 3-й — через 3 месяца после 2-го кур-

са; 4-й — через 6 месяцев после 3-го этапа лечения.

Независимо от локализации и глубины инвазии, отмечено снижение частоты рецидивов и метастазов. Так в группе пациентов (n=56), которым проведено хирургическое или комбинированное (хирургическое и лучевое) лечение в течение 9-18 месяцев не было ни одного случая рецидива или метастазирования [33]. Пятилетнее наблюдение выявило локальные и отдаленные признаки генерализации лишь в 41,1 % случаев, в то время как в контроле эта цифра достигала 71,5 % [22, 24, 51].

4.2. *Лечение рака ЛОР-органов*

После оперативного лечения использовалась вышеописанная методика КВЧ-терапии. В группе, получавшей КВЧ-терапию, число гнойно-воспалительных осложнений сократилось более чем в 2 раза, при этом увеличилось число больных, у которых рана заживала первичным натяжением. Отдаленные результаты наблюдения показали также более чем двукратное уменьшение случаев рецидивов (с 29,1 % до 12,0 %) и метастазирования (с 43,7 до 22,0 %) опухоли [24].

4.3. *Лечение рака толстой кишки*

КВЧ-терапия, проводимая по стандартной методике, позволяет улучшить непосредственные и отдаленные результаты оперативного лечения рака толстой кишки. Под наблюдением было 2 группы больных: в первой группе (n=24) оперативное лечение сочеталось с КВЧ-терапией, во второй группе (n=23) использовалось только оперативное лечение. Получены следующие результаты в зависимости от применяемого лечения: в I-й группе заживление раны первичным натяжением произошло у 19 человек, заживление вторичным натяжением у 5 человек, рецидивы заболевания в I-й группе выявлены у 3 человек, метастазы – у 7 человек, во II-й группе заживление раны первичным натяжением произошло у 7 человек, заживление вторичным натяжением - у 16 человек, рецидивы заболевания выявлены у 7, а метастазы – у 15 [24].

4.4. *Лечение рака молочной железы*

Под наблюдением находились больные со IIб и IIIб стадиями, которым проводился курс химиотерапии.

Курс КВЧ-терапии состоял из 14-15 ежедневных процедур: в течение 3-х дней до начала курса химиотерапии, в последующем — перед введением химиопрепаратов и в течение 3-х дней после прекращения курса химиотерапии.

Получены следующие результаты лечения: назначение КВЧ-терапии позволило провести полный курс химиотерапии при общем удовлетворительном состоянии и без применения гемостимулирующих препаратов — у 95,1 % больных, в контрольной группе у 79,2 %, причем, со значительными клиническими отклонениями в общем состоянии. Гемопротекторный эффект КВЧ-терапии проявился в том, что не наблюдалось снижения количества моноцитов и лимфоцитов в периферической крови. Количество лейкоцитов снизилось до 3500-3000 в 13,6 % случаев (в контроле - 32 %), менее 3000 — в 4,5 % (в контроле 18,0 %). Пирогеналовая проба, определявшая лейкоцитарный резерв костного мозга, выявила послеоперационный лейкоцитоз у 39 % больных, получавших КВЧ-терапию (в контроле 20 %). Данных за угнетение костного мозга получено не было. В проведенном исследовании выявлена достоверная стабилизация кроветворения, реализуемая как за счет выброса резервной крови из депо и уменьшения миелотоксического эффекта противоопухолевых препаратов, так и за счет активации костномозгового кроветворения [21-22, 38].

Аналогичные результаты описаны другими авторами, использовавшими КВЧ-терапию для стимуляции лейкопоэза у больных, получавших химиотерапию по поводу рака грудной железы [37]. Здесь же продемонстрирована

возможность применения КВЧ-терапии у онкологических больных для лечения широкого круга сопутствующих заболеваний, включая острое респираторное заболевание, адгезивный арахноидит, гипертоническая болезнь, хронический бронхит, хронический гастрит, язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки и некоторые другие [37].

4.5. *Лечение рака тела матки (2-я стадия)*

Комплексное лечение больных раком тела матки включало оперативное вмешательство, КВЧ-терапию на область грудины с 3-го по 8-й день после операции и лучевую терапию в течение 4-5 недель, начиная с 15-16 дня после операции.

У больных, получавших КВЧ-терапию, отмечен иммуннопротекторный и иммунномодулирующий эффект с сохранением субпопуляции Т-хэлперов как после оперативного лечение, так и после лучевой терапии [46-47, 54].

4.6. *Лечение рака желудка и легких*

Больным, оперированным по поводу рака легких или желудка, проводилась многоканальное КВЧ-воздействие (7,1 мм) по четырем точкам акупунктуры. Лечение начиналось на следующий день после операции и включало 3-5 сеансов, длительностью по 30 минут. На фоне проводимого лечения удалось предотвратить или значительно снизить выраженность таких послеоперационных осложнений, как пневмония и несостоятельность анастомоза. Восстановление основных показателей гомеостаза (показатели клеточного и гуморального звеньев иммунитета, медиаторы крови) протекала в два раза быстрее, чем в контрольной группе. Отмечена быстрая положительная динамика показателей «функционального энергетического состояния организма» по данным электрокожного сопротивления, контролируемого с помощью диагностического аппарата «РОФУС-24К» [30].

4.7. *Лечение больных с лимфомами и солидными новообразованиями*

Больные с лимфомами и солидными новообразованиями получали лучевую или комбинированную терапию. Для реализации гемостимулирующего эффекта применялся аппарат «Явь-I» (5,6 и 7,1 мм) на область мечевидного отростка грудины и затылочного бугра в течение 7-10 минут или только на область грудины в течение 30 минут, а также местно для лечения осложнений лучевой и комбинированной терапии. Курс лечения состоял из 5-15 процедур. После применения КВЧ-терапии у 60 % больных отмечено улучшение показателей периферической крови уже после 6-8 сеансов. Результатом местного применения ММ ЭМИ явилась ликвидация отека и боли к 6-10 сеансу и ускоренная эпителизация зон повреждения [40].

Таким образом, основными положительными эффектами КВЧ-терапии в комплексном лечении злокачественных новообразований были:

- уменьшение послеоперационных осложнений;
- уменьшение выраженности побочного действия химиотерапии и лучевого воздействия;
- гемопротекторный и иммунномодулирующий эффект;
- снижение числа рецидивов и метастазирования.

## 5. Показания к использования КВЧ-терапии в онкологии

1) Подготовка к радикальному лечению: лечение сопутствующих заболеваний и состояний, предупреждение развития токсического эффекта химио- или лучевой терапии и улучшение их переносимости.

2) Ликвидация осложнений после радикального лечения (оперативное вмешательство, химио- и лучевая терапия): лейкопения, гипопластическое

состояние костного мозга, побочное действие химиопрепаратов и лучевого воздействия, послеоперационные гнойно-воспалительные осложнения.

3) Потенцирование эффективности различных методов лечения, применяемых в онкологии: лазеротерапия, наркотические средства, психотропные и обезболивающие препараты и др..

4) Лечение паранеопластического синдрома.

5) Паллиативная КВЧ-терапия у некурабельных больных: нарко-седативный эффект, анальгезирующий эффект и противовоспалительное действие.

6) Предупреждение прогрессирования опухолевого процесса после комбинированного лечения: метастазирование, рецидивирование и диссеминация.

Прямых противопоказаний к использованию ММ ЭМИ не выявлено.

Таким образом, практически каждому онкологическому больному, по тем или иным показаниям, может быть назначена КВЧ-терапия [8, 22-25, 29, 36, 39, 41, 53].

## 🕮 Литература


1. *Пресман А.С.* Электромагнитные поля и живая природа. - М.: «Наука», 1968, 288 с.
2. *Michaelson S.* The Influence of Microwaves on Ionizing Radiation Exposure. — Aerospace Medicine, 1963, V.34, p.111.
3. *Севастьянова Л.А., Потапов С.Л., Адаменко В.Г. и др.* Комбинированное воздействие рентгеновского и сверхвысокочастотного излучения на костный мозг. — Научные доклады высшей школы, сер. Биологические науки, 1969, 66 (6), с.46-48.
4. *Севастьянова Л.А., Галант М.Б., Зубенкова Э.С. и др.* Действие радиоволн миллиметрового диапазона на нормальные ткани и злокачественные новообразования. — В сб.: Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. Под ред. академика Н.Д.Девяткова, — М.: ИРЭ АН СССР, 1985, с.37-49.
5. *Девятков Н.Д., Бецкий О.В.* Особенности взаимодействия миллиметрового излучения низкой интенсивности с биологическими объектами. — В сб.: Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. Под ред. академика Н.Д.Девяткова, — М.: ИРЭ АН СССР, 1985, с.6-20.
6. *Севастьянова Л.А.* Особенности биологического воздействия радиоволн ММ диапазона и возможности их использования в медицине. — Вестник АМН СССР, 1979, № 2, с.65-68.
7. *Мкртчян Л.Н., Ситько С.П., Шукарян С.Г. и др.* О влиянии миллиметрового электромагнитного излучения на опухолевый рост в эксперименте. — В сб.: Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения в медицине. — I Всесоюзный симпозиум с международным участием. Киев, 10-13 мая 1989 г., сб. докладов, 1989, с.315-317.
8. *Sitko S.P., Mkrtchian L.N. (ed.).* Millimeter Electromagnetic Radiation in Experimental and Clinical Oncology. — Publishing House «Hayastan», Oncology Research Center of Ministry of Public Health of Republic of Armenia and «Vidguk» Scientific Research Center in Kiev, 1991, 31 p.
9. *Ситько С.П., Мкртчян Л.Н.* Введение в квантовую медицину. — Киев, «Паттерн», 1994, 147 с.
10. *Sitko S.P., Mkrtchian L.N., Derendiaev S. et al.* «Physics of the Alive» in Medico-Biological aspects. — Физика живого, Киев, 1993, 1 (1): 110-131.
11. *Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Кабисов Р.К. и др.* Воздействие низкоэнергетического импульсного КВЧ- и СВЧ-излучений наносекундной длительности с большой пиковой мощностью на биологические структуры (злокачественные образования). — Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, № 1, с.56-62.
12. *Сазонов А.Ю., Рыжкова Л.В.* Воздействие ЭМИ ММ-диапазона на биологические объекты различной сложности. — В сб.: Миллиметровые волны в медицине и биологии. — X Российский симпозиум с международным участием. Москва, Звенигород, 24-26 апреля 1995 г., (сб. докл.), с.112-114.
13. *Белишева Н.К., Резункова О.П., Прудников И.М.* Модификация синтеза ДНК в клетках человека, растущих in vitro, при комбинированном облучении в миллиметровом и рентгеновском диапазоне длин

волн. — В сб.: Слабые и Сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: I-й Международный конгресс, С.-Перебург, 16-19 июня, 1997, — С.-Перебург, 1997 (тез. докладов), с.120.

14. *Девятков Н.Д., Зубенкова Э.С., Севастьянова Л.А., Галант М.Б.* Исследование возможности использования миллиметровых излучений в комбинации с цитостатическими препаратами для обеспечения выживаемости животных при гипопластических состояниях костного мозга. - В сб.: Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения. Под ред. акад. Н.Д.Девяткова, - М.: ИРЭ АН СССР, 1987, с.61-65.

15. *Зубенкова Э.С.* Влияние КВЧ-излучения на систему кроветворения. — В сб.: Избранные вопросы КВЧ-терапии в клинической практике: Информационный сборник МО СССР, — М.: 1991, № 4, вып. 61. с.117-127.

16. *Смирнов А.Ю., Зиновьев С.В., Астахова О.В.* Окна чувствительности опухолевого процесса к информационному влиянию физических полей живых организмов и низкоинтенсивных шумоподобных сигналов крайне высокочастотного диапазона ЭМП. — В сб.: Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: I-й Международный конгресс, С.-Перебург, 16-19 июня, 1997, — С.-Перебург, 1997 (тез. докладов), с.160.

17. *Смирнов А.Ю., Ишутина М.Т., Зиновьев С.В.* Воздействие ЭМИ КВЧ, модулированных по частоте шумом на опухолевый процесс и состояние ГЭБ. — В сб.: Фундаментальные науки и альтернативная медицина. - I-й Международный симпозиум, Пущино, 22-25 сентября 1997 г., тез. докладов, Пущино, РАН, 1997, с.73-74.

18. *Девятков Н.Д., Плетнев С.Д., Чернов З.С. и др.* Экспериментальные исследования воздействия низкоэнергетического импульсного КВЧ излучения наносекундной длительности с большой пиковой мощностью на злокачественные образования. — В сб.: Миллиметровые волны в медицине. Сборник статей в 2-х томах. Под ред. акад. Н.Д.Девяткова и проф. О.В.Бецкого, — М.: ИРЭ АН СССР, 1991, с.213-218.

19. *Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Кабисов Р.К. и др.* Воздействие низкоэнергетического импульсного КВЧ- и СВЧ-излучений наносекундной длительности с большой пиковой мощностью на биологические структуры (злокачественные образования). — Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, № 1, с.56-62.

20. *Фасахов И.Н.* Исследование гемопротекторной функции радиоволн миллиметрового диапазона при химиотерапии рака молочной железы. — В сб.: *Применение* миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. Под ред. академика Н.Д.Девяткова, — М.: ИРЭ АН СССР, 1985, с.108-116.

21. *Плетнев С.Д., Девятков Н.Д., Мазурик В.Г. и др.* Состояние крови онкологических больных при проведении химиотерапии в условиях применения электромагнитного излучения миллиметрового диапазона. — В сб.: Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. Под ред. академика Н.Д.Девяткова, — М.: ИРЭ АН СССР, 1985, с.50-57.

22. *Плетнев С.Д., Девятков Н.Д., Галант М.Б. и др.* КВЧ излучение в клинической практике. — В сб.: Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине. — Международный симпозиум, Москва, 3-6 октября 1991 г., сб. докладов, с.32-42.

23. *Плетнев С.Д.* Применение электромагнитного излучения миллиметрового диапазона при лечении онкологических больных. — В сб.: Миллиметровые волны в медицине. Сб. статей в 2-х томах. Под ред. акад. Н.Д.Девяткова и проф. О.В.Бецкого, — М.: ИРЭ АН СССР, 1991, с.76-81.

24. *Кабисов Р.К.,* Миллиметровые волны в онкологии: реальность, проблемы, перспективы.- Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1992, № 1, декабрь, с.55-61.

25. *Кабисов Р.К.* Миллиметровые волны в системе реабилитации онкологических больных. — Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, № 1, с. 48-55.

26. *Долгушина А.Ф.* Применение миллиметровой терапии в лечении доброкачественных заболеваний молочной железы. — В сб.: *Миллиметровые* волны в медицине и биологии. — XI Российский симпозиум с международным участием. Москва, Звенигород, 21-24 апреля 1997 г., сб. докладов, с.14-15.

27. *Запорожан В.Н., Беспоясная В.В., Бубнов В.В., Реброва Т.Б.* Применение КВЧ-терапии у больных гинекологического профиля. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1993, № 2, октябрь, с.79-82.

28. *Запорожан В.Н., Беспоясная В.В., Соболев Р.В.* Влияние электромагнитного излучения крайне высокой частоты на состояние

эндокринной, иммунной и протеолитической систем у больных после хирургического удаления доброкачественных опухолей яичников. — В сб.: Миллиметровые волны в медицине и биологии. — XI Российский симпозиум с международным участием. Москва, Звенигород, 21-24 апреля 1997 г., сб. докладов, с.36-38.

29. *Кабисов Р.К., Рыков В.И.* Некоторые механизмы клинических эффектов КВЧ-терапии и перспективы её применения в онкологии. — В сб.: Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине. — Международный симпозиум, Москва, 3-6 октября 1991 г., сб. докладов, с.43-48.

30. *Лян Н.В., Воторопин С.Д.* Миллиметровая терапия в профилактике послеоперационных осложнений онкологических больных. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1995, № 5, июнь, с.51-54.

31. *Мясоедов Д.В., Биняшевский Э.В., Бундюк Л.С. и др.* Опыт применения микроволновой резонансной терапии как модифицирующего фактора в онкологической клинике. — В сб.: Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения в медицине. — I Всесоюзный симпозиум с международным участием. Киев, 10-13 мая 1989 г., сб. докладов, 1989, с.313-315.

32. *Плетнев С.Д.* Применение электромагнитных волн мм-диапазона в клинической медицине. — В сб.: Миллиметровые волны в медицине и биологии. — X Российский симпозиум с международным участием. Москва, Звенигород, 24-26 апреля 1995 г., (сб. докл.), с.9-10.

33. *Плетнев С.Д., Девятков Н.Д.* КВЧ-излучение при меланоме кожи с целью предупреждения рецидивов и метастазов. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2001, 1–2 (21–22), с. 44-45.

34. *Соловьев И.Е., Кузьменко А.П., Лобарев В.Е., Тофан А.В.* Опыт клинического применения миллиметровой резонансной терапии с различными уровнями мощности электромагнитного излучения. — Врачебное дело, Киев, 1992, № 3, с.87-90.

35. *Терроне М., Krotenko A.* Extremely High Frequency (EHF) Therapy and Syndromes of Traditional Chinese Medicine in Treatment of Gastric Polyps. — Digest of the World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, July 7-12, 1991, Kyoto, p.1038

36. *Биняшевский Э.В., Грубник Б.П., Дерендяев С.А. и др.* Сборник методических рекомендаций и нормативных актов микроволновой резонансной терапии (МРТ). — Киев, МСИП «Обериг», 1992, 127 с.

37. *Ивакин В.М., Гульницкая В.В., Симонова Е.Е.* Опыт применения КВЧ-терапии в условиях алматинского областного онкологического диспансера. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1997, № 9-10, ноябрь, с.49-50.

38. *Плетнев С.Д., Девятков Н.Д., Мазурик В.Г. и др.* Использование миллиметрового излучения в клинической онкологии для повышения резистентности кроветворной системы организма при применении химиопрепаратов. В сб.: Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения. Под ред. акад. Н.Д.Девяткова, — М.: ИРЭ АН СССР, 1987, с.14-20.

39. *Плетнев С.Д., Галант М.Б., Реброва Т.Б., Балакирева Л.З.* Применение электромагнитного излучения ММ-диапазона длин волн в сочетании с традиционными методами лечения (химиотерапия, хирургия) онкологических больных. — В сб.: Методические рекомендации по применению ММ-терапии при различных нозологических формах (утверждены межведомственной комиссией ГКНТ, АН СССР и МЗ СССР 29.11.91). — М.: 1992, с.66-89.

40. *Корытова Л.И., Британчук М.М.* ММ-терапия осложнений лучевого и комбинированного лечения у онкологических больных. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1995, № 5, июнь, с.58-59.

41. *Мкртчян Л.Н.,Ситько С.П., Абрамян Г.А. и др.* Микроволновая резонансная терапия в клинической онкологии (методические рекомендации, утвержденные МЗ РА 07,01,1991). — Ереван, 1991, 15 с.

42. *Камалян Л.А., Геворкян Р.А., Гаспарян М.Г. и др.* Влияние микроволновой резонансной терапии на показатели интерферонового статуса у здоровых и больных раком шейки матки. — В сб.: Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения в медицине. — I Всесоюзный симпозиум с международным участием. Киев, 10-13 мая 1989 г. (сб. докл.), 1989, с.310-311.

43. *Виткова Н.Л., Олейниченко П.И., Калбун Н.Д.* ИВТ кардиалгий у больных онкологического профили на фоне применения противоопухолевых препаратов. — В сб.: Теория и практика информационно-волновой

терапии. Научно-практическое руководство /под общ. ред. Колбуна Н.Д./ — Киев, «Биополио», 1996, с.168-169.

44. *Грубник Б.П., Ситько С.П., Шалимов А.А.* Опыт применения технологии «Ситько-МРТ» для реабилитации онкологических больных III-IV стадии. — Физика живого, 1997, 5 (1): 90-95.

45. Белецкая О.М., Макаренко Б.И., Лысенко Н.А., Безносенко Б.И., Результаты использования электромагнитных СВЧ-излучений для лечения онкологических больных. — Зарубежная радиоэлектроника, 1996, № 12, с.25-28.

46. *Запорожан В.Н., Голант М.Б., Хаит О.В. и др.* Возможности КВЧ-терапии в комплексном лечении доброкачественных и злокачественных опухолей матки. — В сб.: Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине. — Международный симпозиум, Москва, 3-6 октября 1991 г., (сб. докл.), с.49-57.

47. *Запорожан В.Н., Гешелин С.А., Хаит О.В. и др.* Применение электромагнитного излучения низкой интенсивности миллиметрового диапазона (ММ-терапия) для комплексного лечения доброкачественных и злокачественных опухолей матки. — В сб.: Методические рекомендации по применению ММ-терапии при различных нозологических формах (утверждены межведомственной комиссией ГКНТ, АН СССР и МЗ СССР 29.11.91). — М.: 1992, с.57-64.

48. *Аринушкина А.К., Семейкина Л.К.* Опыт лечения фибромиомы матки. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1997, № 9-10, ноябрь, с.46.

49. *Дикке Г.Б., Гриднева Т.Д.* Клиническая эффективность КВЧ–терапии в комплексном лечении сочетанных гиперпластических заболеваний матки и молочных желез. — В сб.: Миллиметровые волны в медицине и биологии. — XII Российский симпозиум с международным участием. Москва, 30 октября – 1 ноября 2000 г., сб. докладов, с.15–17.

50. *Дикке Г.Б., Левицкий Е.Ф., Панафидин А.В., Кожемякин А.М.* Использование метода диагностики по Р.Фоллю для оценки адекватности, переносимости и эффективности физиобальнеолечения и прогноза заболевания у женщин с миомой матки и мастопатией. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2001, 3 (24), с.44-59.

51. *Девятков Н.Д.* Возможности использования ЭМИ нетепловой интенсивности с целью предупреждения распространения процессов у больных с меланомой кожи. — В сб.: Миллиметровые волны в медицине и биологии. Сб. статей, Под ред. акад. Н.Д.Девяткова, — М.: ИРЭ АН СССР, 1989, с.10-15.

52. *Гешелин С.А., Запорожан В.Н., Чубей М.Я. и др.* Модифицирующее влияние электромагнитного излучения в ММ диапазоне на показатели клеточного иммунитета у больных раком тела матки в период послеоперационной гамма-терапии. — В сб.: Миллиметровые волны в медицине. Сборник статей в 2-х томах. Под ред. акад. Н.Д.Девяткова и проф. О.В.Бецкого, — М.: ИРЭ АН СССР, 1991, с.102-104.

53. *Кабисов Р.К.* Миллиметровые волны в системе реабилитации онкологических больных. - В сб.: Миллиметровые волны в медицине и биологии. - XI Российский симпозиум с международным участием. Москва, Звенигород, 21-24 апреля 1997 г., сб. докладов, с.13-14.

---

## Extremely High Frequency (EHF) – Therapy in Oncology
(review)

*M.V.Teppone, R.S.Avakian*

This article represents a review of the literature dealing with application of low intensity electromagnetic waves of millimeter band in experimental and clinical oncology.

*По просьбам читателей редакция решила перепечатать обзорные статьи, опубликованные в наших журналах № 3 (15) и № 4 (16) за 1999 год*



# Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн

## Обзор

*Лебедева Н.Н., Котровская Т.И.*

*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Медико-техническая ассоциация «КВЧ», Москва*

Первые экспериментальные исследования влияния миллиметровых (ММ) волн на живые объекты выполнены *Р.Л.Виленской, А.С.Смолянской, Э.А.Гельвичем* и др. [1-3] на микроорганизмах в 1966-1978 гг. При изучении воздействия ММ-излучения на синтез колицина была обнаружена пороговая зависимость коэффициента индукции синтеза колицина от плотности потока мощности (рис.1) [4] и длины волны (рис.2) [4-6].

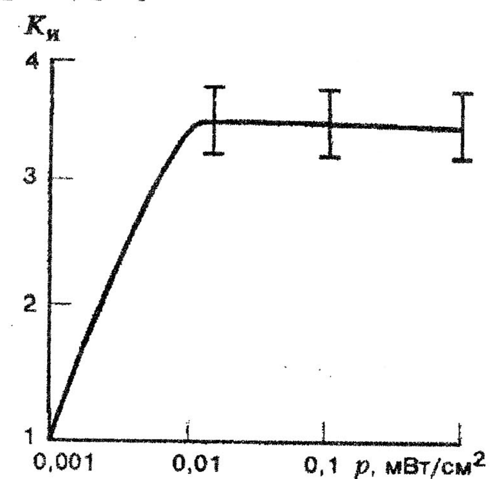



**Рис.1.** Зависимость коэффициента индукции $K_и$ синтеза колицина от плотности потока мощности ρ ЭМИ

Одним из первых ученых, начавших изучение биологических эффектов низкоинтенсивных электромагнитных излучений ММ-диапазона на кроветворную систему млекопитающих, была *Л.А.Севастьянова* (1969-1971) [7-9]. Ею были получены первые обнадеживающие результаты по ослаблению с помощью предварительного ММ-воздействия последствий рентгеновского облучения на костный мозг, а также проведена оценка глубины проникновения ММ-излучения в кожу животных и выяснен характер распределения мощности этого излучения для некоторых животных и человека [10-12]. Данные, полученные при оценке глубины проникновения, свидетельствовали о том, что протекторное действие ММ-излучения носит опосредованный характер.

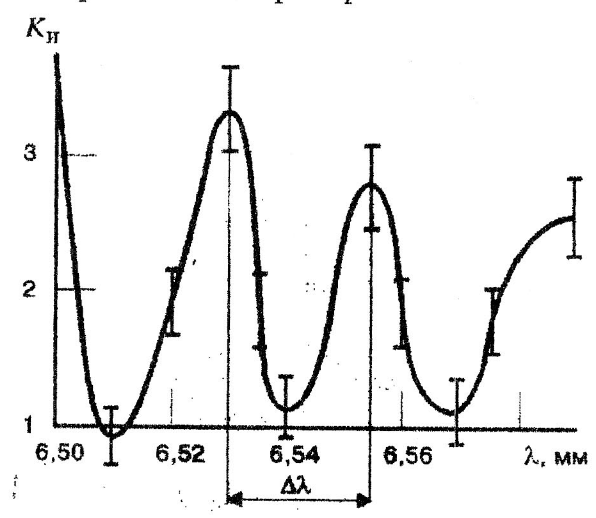



**Рис.2.** Зависимость коэффициента индукции $K_и$ синтеза колицина от длины волны λ ЭМИ.

В исследованиях, длившихся более двадцати лет, использовано свыше 12000 экспериментальных животных — мышей и крыс. Оценка реакции кроветворной системы проводилась по количеству и состоянию клеток костного мозга (кариоцитов) правой или левой бедренной кости (в зависимости от постановки эксперимента). В некоторых случаях проводился подсчет клеток в селезенке.

Ниже рассмотрены зависимости, обнаруженные в результате исследований.

**1. Зависимость биологического эффекта от плотности потока мощности.** При постановке данной серии экспериментов было выявлено, что одной из особенностей биологического эффекта ММ-волн, которая проявляется in vivo и in vitro, является пороговый характер зависимости эффекта от плотности потока мощности, когда после достижения порогового уровня при дальнейшем увеличении мощности эффект оставался неизменным.

**2. Зависимость биологического эффекта от длины волны.** При комбинированном действии "ММ-волны — рентгеновское облучение" на длинах волн 7,07; 7,10; 7,12; 7,15; 7,17; 7,20; 7,22; 7,25 и 7,27 мм количество клеток костного мозга у подопытных животных достигало 85-90 % контрольных значений (рис.3).

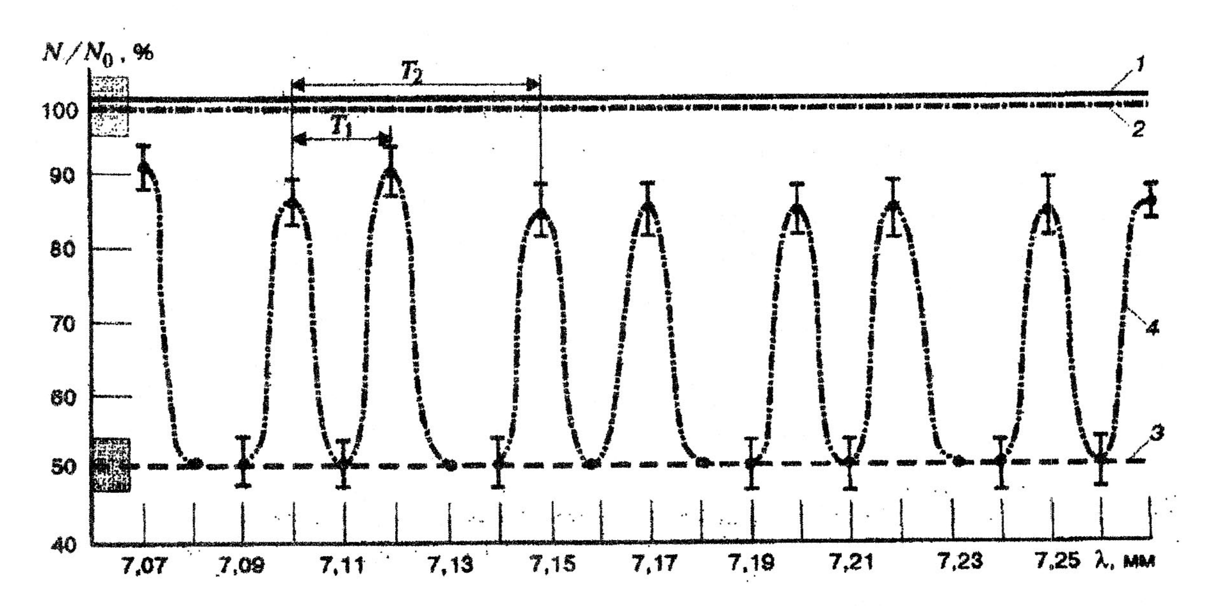



**Рис.3.** Изменение количества клеток костного мозга в зависимости от длины волны после комбинированного действия ММ- и рентгеновского излучения и только рентгеновского излучения: 1 — контроль; 2 — воздействие только ММ-излучения; 3 - воздействие только рентгеновского излучения; 4 — комбинированное действие ММ—рентгеновское излучение; $T_1$ и $T_2$ — периоды в резонансной кривой. По оси абсцисс — длина волны (мм), по оси ординат — отношение количества клеток костного мозга после воздействия N к количеству клеток костного мозга в норме $N_o$ (%).

Если же при таком комбинированном воздействии использовали длины волн 7,08; 7,09; 7,11; 7,13; 7,14; 7,16; 7,18; 7,19; 7,21; 7,23; 7,24 и 7,26 мм, то количество клеток костного мозга оказалось бы на уровне действия только одного рентгеновского излучения, то есть составляло 50-60 % от контрольных значений.

**3. Биологические эффекты при воздействии ММ-излучения в режиме частотной модуляции.** В связи с выявленной сильной зависимостью биологического эффекта от длины волны (что создает трудности при подборе соответствующей длины вол-

ны в клинических условиях) была разработана соответствующая аппаратура, обеспечивающая режим частотной модуляции и проведены эксперименты по облучению животных не на одной фиксированной длине волны ММ-излучения, а в режиме частотной модуляции. При использовании этого режима излучения биологический эффект оставался таким же, как если бы облучение велось одной длиной волны, дающей максимальный эффект. Был сделан вывод о том, что переход от облучения одной длиной волны ММ-излучения к режиму частотной модуляции позволяет применить этот режим в клинической практике.

**4. Зависимость биологического эффекта от локализации воздействия ММ-волн.** Работа велась в девяти экспериментальных группах: 1-я группа — облучение правого или левого бедра; 2-я группа — затылка; 3-я группа — облучение головы; 4-я группа — плеча; 5-я группа — бока животного; 6-я группа — живота; 7-я группа — смешанная, облучение всех вышеназванных участков тела животных (правое и левое бедра, голова, живот, бок, плечо) проводилось только с помощью ММ-облучения; 8-я группа — только рентгеновское облучение левого бедра; 9-я группа — контроль.

При облучении затылка и бедра обнаружено снижение степени поражения клеток костного мозга при длинах волн 7,10 и 7,12 мм, а отсутствие эффекта выявлено при длинах волн 7,11 и 7,13 мм. Аналогичная зависимость выявлена и при облучении других участков тела животных (бок, голова, живот, плечо), но при других длинах волн. Так, снижение поражения клеток костного мозга при таких локализациях ММ-облучения зарегистрировано при длинах волн 7,11 и 7,13 мм и отсутствие его — при 7,10 и 7,12 мм (рис.4).

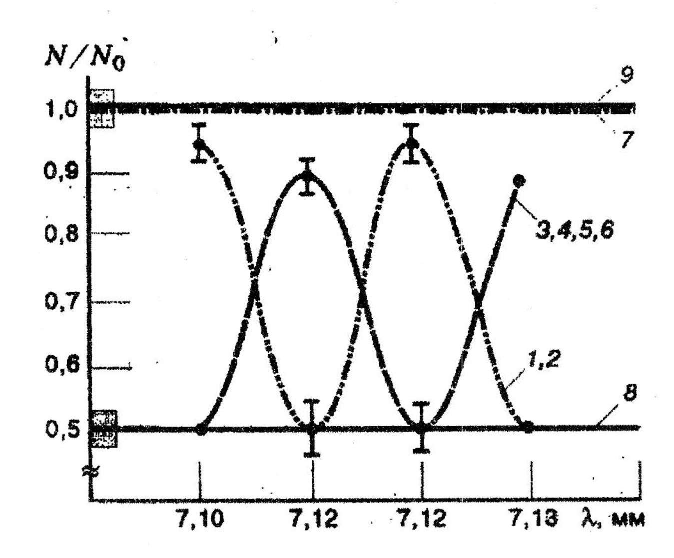



**Рис.4.** Изменение количества кариоцитов $N/N_0$ (%) при воздействии ММ-излучением на различные участки тела животного в сочетании с локальным воздействием рентгеновского излучения на бедро. Воздействие ММ-излучения (в сочетании с рентгеновским): 1 — на бедро; 2 — на затылок; 3 — на голову; 4 — на плечо; 5 — на бок; 6 — на живот; 7 - облучение этих участков только ММ-излучением; 8 — облучение бедра только рентгеновским излучением; 9 — контроль

Эти результаты свидетельствовали о том, что для каждого участка тела с целью достижения биологического эффекта необходимо выбирать соответствующую длину волны.

**5. Зависимость биологического эффекта от площади облучения ММ-волнами.** Представляло интерес определить, существует ли зависимость биологического эффекта от площади облучения и выяснить, насколько изучаемый биологический эффект критичен к величине облучаемой поверхности тела животного.

Общее и локальное облучение при комбинированном действии ММ-волн с рентгеновским облучением давали схожий биологический эффект. Оказалось, что даже если площадь облучения ММ-волнами уменьшить до 10 мм в условиях отсутствия частотной модуляции, то еще можно получить биологический эффект, но здесь не-

обходимо предельно аккуратно размещать рупор, поскольку незначительное смещение рупора (всего на несколько миллиметров) требует изменения длины волны на 0,01 мм, в то время, как в режиме частотной модуляции ММ-излучения при комбинированном воздействии можно получить устойчивый эффект снижения поражения клеток костного мозга даже при такой малой площади облучения тела животного — 10 мм .

Таким образом, высказанное еще в 70-е годы предположение [22] о существовании в электромагнитном спектре "амплитудно-частотных окон", где биологические эффекты выражены значительнее, получило одно из первых экспериментальных подтверждений. Был сделан вывод, что биологические эффекты ЭМП, в частности ММ-диапазона, определяются его биотропными параметрами (интенсивностью, частотой, формой сигнала, локализацией, экспозицией и пр.).

Изучение реакций кроветворной системы интактных животных на сочетанное действие ММ-волн с традиционными в онкологии методами выявило следующее.

**1. Реакция кроветворной системы интактных животных на комбинированное действие ММ-излучения и рентгеновского излучения.** Известно, что в зависимости от дозы рентгеновского излучения в клетках возникают различного рода нарушения, выражающиеся в виде хромосомных аберраций, снижения митотической активности и задержки вступления клеток в митоз, снижения репродуктивной способности. Это, в свою очередь, ведет к снижению численности клеток костного мозга, уменьшению клеточных элементов крови.

Большинство радиопротекторов, не обладая достаточной избирательностью, с увеличением дозы сами могут вызывать токсические эффекты. Полученные предварительные данные свидетельствовали о протекторных возможностях ММ-излучения и его избирательном действии на клетки костного мозга. В связи с этим было предпринято более углубленное исследование протекторного действия ММ-излучения.

При комбинированном воздействии с последовательностью "ММ-излучение — рентгеновское излучение" наблюдалось меньшее поражение клеток костного мозга, чем при действии только рентгеновского излучения: к 5-м суткам дефицит клеток составлял всего 15 %, тогда как при последовательности "рентгеновское излучение — ММ-излучение" к указанному сроку дефицит клеток составил 38 %.

**2. Реакция кроветворной системы интактных животных на комбинированное действие ММ-волн с противоопухолевыми препаратами.** Подобно действию радиации, противоопухолевые препараты вызывают разобщение ДНК-мембранного комплекса, торможение процесса синтеза ДНК, РНК белка. На клеточном уровне также обнаружено много общего в проявлении влияния рентгеновского облучения и химиопрепаратов — хромосомные аберрации, задержка вступления в митоз и продвижения по фазам клеточного цикла, репродуктивная и интерфазная гибель.

Исследование действия ММ-излучения в сочетании с противоопухолевыми препаратами показало, что при определенных параметрах воздействия ММ-волны снимают поражающее действие вышеназванных агентов на кроветворную систему, повышают функциональную активность стволовых клеток.

Что касается реакции кроветворной системы, то при всех использованных в экспериментах сочетаниях абсолютное количество кариоцитов всегда оказывалось выше в группе с комбинированным воздействием по

сравнению с действием только рентгеновского излучения или противоопухолевого препарата. Снижение поражения клеток костного мозга наблюдалось как при использовании однократного, так и многократного ММ-облучения в сочетании с противоопухолевыми препаратами. Облучение животных только ММ-волнами не вызывало изменений в кроветворной системе.

Управление чувствительностью опухолевых клеток к лучевым и химиотерапевтическим воздействиям является большой научной проблемой. При использовании практически всех известных препаратов или их сочетаний возникают повреждения здоровых тканей. Нередко токсический эффект оказывается настолько значительным, что приводит к необходимости сокращать курсовые лечения. Проявляется он в организме прежде, чем возникает противоопухолевый эффект.

Полученные экспериментальные результаты показали, что ММ-волны не вызывают нарушений в здоровых клетках и тканях. В то же время этот вид электромагнитного излучения способствует более быстрому восстановлению процессов жизнедеятельности в тканях при их поражении. В комбинации же с рентгеновским излучением или противоопухолевыми препаратами ММ-волны выступают в роли протектора. Это происходит вследствие повышения пролиферативной активности стволовых клеток кроветворной системы, что в свою очередь приводит к повышению митотической активности клеток костного мозга.

Были проведены эксперименты по исследованию влияния ММ-излучения на кроветворную систему животных со злокачественными новообразованиями при комбинированном действии с рентгеновским излучением и противоопухолевым препаратом циклофосфаном. В этих опытах было использовано 1500 животных. Получены следующие результаты.

**1. Влияние ММ-излучения на перевивные опухоли и кроветворную систему животных со злокачественными новобразованиями** Было выявлено, что ММ-излучение не способствует торможению роста опухоли, но и не стимулирует ее рост.

Интересным результатом этих экспериментов было то, что у облученных ММ-волнами животных продолжительность жизни возросла на 10-15 дней по сравнению с контрольной группой.

**2. Комбинированное воздействие ММ-излучения с рентгеновским излучением на перевивную опухоль и кроветворную систему животных со злокачественными новообразованиями.** Исследование комбинированного воздействия ММ-волн с рентгеновским излучением проводилось на перевивной опухоли РШМ-5 на мышах линии СВА. Воздействие этих агентов осуществлялось в двух направлениях:

- облучение опухоли ММ-излучением с последующим рентгеновским облучением;
- обратная последовательность — первоначальное облучение опухоли рентгеновским излучением, а затем ММ-излучением.

Наряду с этими группами были взяты две контрольные группы: группа, в которой животные получали только ММ-излучение, и группа, в которой животные получали только рентгеновское облучение.

При последовательности "рентгеновское облучение — ММ-облучение" наблюдалось усиленное торможения роста опухоли, к 30-м суткам оно доходило до 80—90 %. В случае же действия только рентгеновского излучения или комбинированного воздействия с обратной последовательностью торможение роста опухо-

ли к этому сроку составляло 60—65 %.

Снижения количества клеток костного мозга при последовательности облучения "ММ-излучение — рентгеновское излучение" практически не наблюдалось, к 7-м суткам количество клеток костного мозга было на уровне физиологической нормы. При воздействии только рентгеновского излучения восстановление клеток шло медленно, даже к 7-м суткам количество кариоцитов не достигало контрольного уровня.

В случае воздействия "рентгеновское излучение — ММ-излучение" количество кариоцитов к 7-м суткам достигало физиологической нормы.

Исследование периферической крови в период облучения показало, что у животных, подвергнутых комбинированному воздействию "ММ-излучение — рентгеновское излучение", количество эритроцитов и лейкоцитов было больше, чем при действии только ионизирующего излучения или при последовательности "рентгеновское излучение — ММ-излучение".

**3. Комбинированное действие ММ-волн с рентгеновским облучением на перевивную опухоль саркома-45 и кроветворную систему животных со злокачественными новообразованиями.** Испытывали следующие последовательности воздействий:

- облучение ММ-волнами опухоли с последующим рентгеновским воздействием;
- облучение опухоли рентгеновским излучением с последующим ММ-воздействием;
- воздействие ММ-волн на бедро с последующим рентгеновским воздействием на опухоль, а затем опять воздействие ММ-излучением, но уже на опухоль, то есть двойная комбинация "ММ-излучение — рентгеновское излучение — ММ-излучение".

Усиленное торможение роста опухолей наблюдалось до 23-х суток при последовательности "ММ-излучение — рентгеновское излучение" по сравнению с действием только рентгеновского облучения, а далее во всех группах рост опухоли идет на одном уровне. Однако последовательность "ММ-излучение — рентгеновское излучение" способствовала в значительной степени снижению поражения кроветворной системы по сравнению с действием только рентгеновского излучения (рис.5). В группе с комбинированным воздействием количество кариоцитов было снижено только на первые сутки, при этом дефицит составлял 20 %. В последующие сроки (5-е сутки) уровень клеток костного мозга достигал физиологической нормы. Восстановление количества кариоцитов после действия рентгеновского излучения наступало только к 21-м суткам.

Воздействие "рентгеновское излучение — ММ-излучение" привело к значительному торможению роста опухоли по сравнению с рентгеновским облучением и комбинированным действием в обратной последовательности. После прекращения 7-дневного облучения процент торможения опухоли достигал 90-95 %. Однако количество клеток костного мозга до 5-х суток оставалось сниженным. В первые сутки дефицит клеток составлял 30 %, далее наступало постепенное восстановление.

При двойной комбинации процент торможения роста опухолей к 30-35-м суткам достигает 90 %.

Количество клеток костного мозга после двойного комбинированного воздействия оставалось сниженным только на 1-3-и сутки после прекращения облучения. Использование двойной комбинации способствовало не только снижению поражения кроветворной системы, но и более быстрому ее восстановлению.

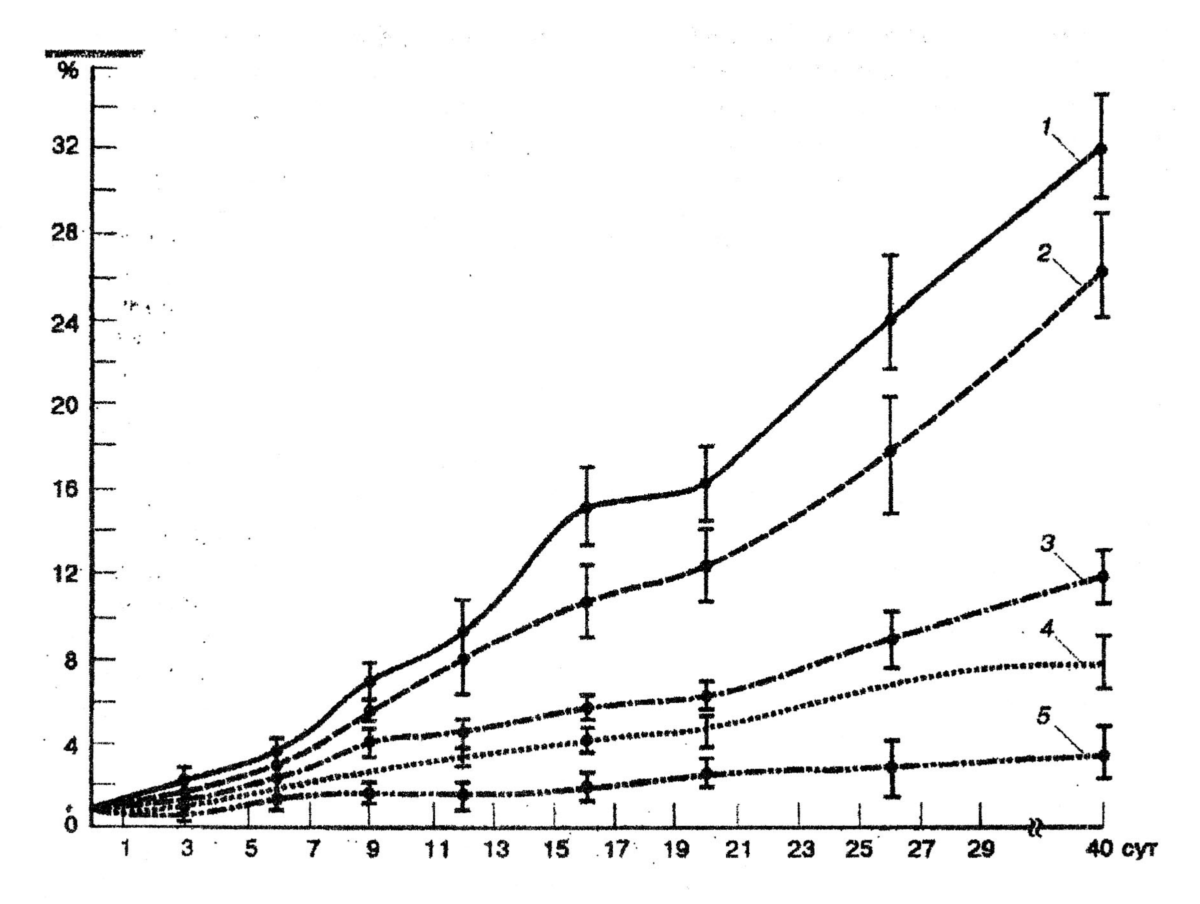



**Рис.5.** Торможение роста опухоли (саркома-45) при комбинированном воздействии ММ- и рентгеновского излучений, рентгеновского и ММ-излучения и только рентгеновского облучения: 1 — контроль, животные с опухолью; 2 — воздействие на опухоль только ММ-излучения; 3 — воздействие только рентгеновского облучения; 4 — комбинированное действие ММ- + рентгеновское излучение; 5 — комбинированное действие рентгеновское + ММ-излучение. По оси абсцисс — время воздействия (в сутках); по оси ординат — процент торможения роста опухолей

Таким образом, использование двойной комбинации позволило получить наряду со снижением поражения кроветворной системы усиление торможения роста опухолей в большей степени, чем при действии только рентгеновского облучения.

**4. Комбинированное действие ММ-волн с противоопухолевым препаратом циклофосфаном на перевивную опухоль саркома-180 и кроветворную систему животных со злокачественными новообразованиями.** Через 13 суток, начиная с момента воздействия, при комбинированном воздействии с ММ-излучением усиливалось влияние препарата на опухоль. Оно было в 3-4 раза больше по сравнению с действием препарата без ММ-излучения и особенно выражено к 25-м суткам.

Изучение реакции кроветворной системы показало, что в группе животных, получивших комбинированное воздействие "циклофосфан — ММ-волны", на 3-й сутки количество кариоцитов достигло контрольного уровня и оставалось таким до конца срока наблюдения (14 суток). При действии одного препарата количество клеток костного мозга к 14-м суткам не достигало контрольного уровня.

Обнадеживающие результаты первого курса лечения навели на мысль о продолжении курсов лечения, что и было сделано. После окончания

второго курса, начиная с 24-х суток, стал отчетливо проявляться противоопухолевый эффект (рис.6). К 30-м суткам в группе животных, получивших только циклофосфан, все животные погибли, а в группе с комбинированным воздействием все животные оставались живы. Процент рассасывания опухолей достиг 90-100 %. Наблюдение за этими животными велось в течение полутора лет, при этом рецидивов не наблюдалось. Такой эксперимент повторялся четыре раза, на каждую экспериментальную точку приходилось по 45 животных, то есть всего в этих опытах было использовано 180 животных.

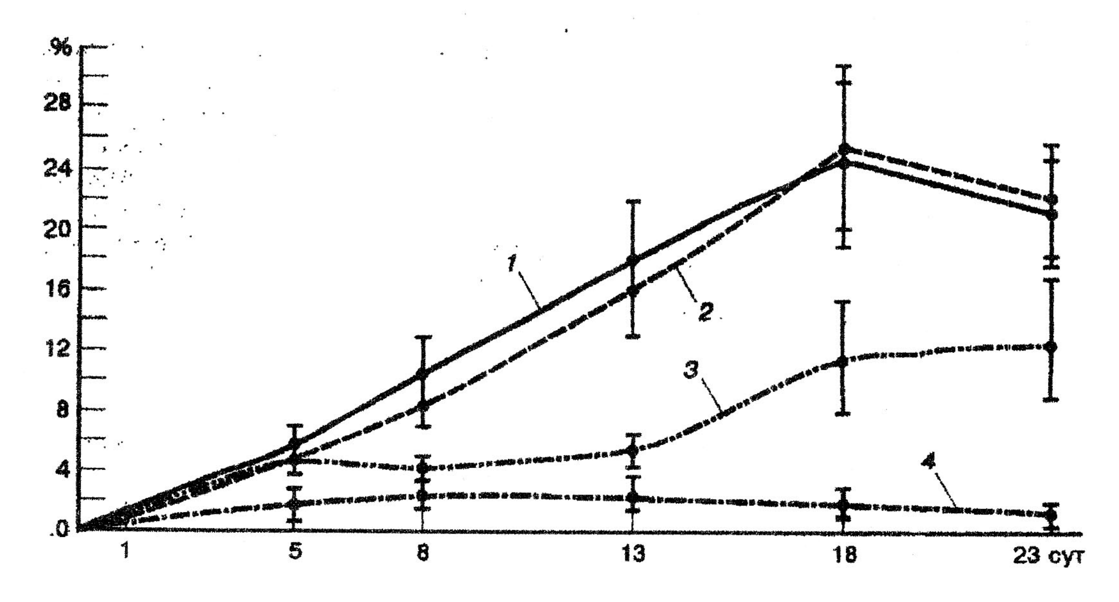



**Рис.6.** Торможение роста опухоли (саркома-180) при комбинированном действии циклофосфана и ММ-излучения: 1 — контроль, животные с опухолью; 2 — воздействие на бедро только ММ-излучения; 3 — воздействие только циклофосфана; 4 — сочетанное действие циклофосфана и ММ-излучения. По оси абсцисс — время воздействия (в сутках); по оси ординат — процент торможения роста опухолей

Исследование динамики эритроцитов у животных, получивших два курса лечения, показало, что при комбинированном воздействии выявляется защита этих клеток на протяжении всего курса лечения. В группе животных с комбинированным воздействием подсчет эритроцитов проводился до 51-х суток, причем количество эритроцитов оставалось в норме.

Таким образом, комбинированное воздействие ММ-волн с циклофосфаном на животных с саркомой-180 способствует снижению токсичности препарата и одновременно усиливает его действие на опухоль.

Влияние низкоинтенсивного ММ-излучения на гемопоэтические клетки костного мозга было показано также в опытах in vitro.

*Л.П.Игнашевой* и *Е.И.Соболевой* [23] выполнены исследования по изучению проблемы выживаемости летально облученных мышей после трансплантации криоконсервированного костного мозга, подвергнутого воздействию ММ-излучения после его размораживания.

Успех миелотрансплантации зависит от степени сохранности функциональной полноценности стволовых гемопоэтических клеток. Обычно восстановление костномозгового кроветворения у животных, получивших размороженный костный мозг, наступает на 7-8 дней позднее, чем при применении свежезаготовленного костного мозга. Одним из

достоверных методов оценки полноценности клеток костного мозга является выживаемость облученных летальной дозой животных (более 30 дней).

В качестве доноров и реципиентов были использованы мыши-гибриды.

Клетки криоконсервированного костного мозга подвергали воздействию ММ-излучения с длиной волны 7,1 мм по оптимальному программному режиму облучения.

В контрольной группе без трансплантации костного мозга, все животные погибли от острой лучевой болезни к 15-м суткам при ярких клинических проявлениях: потеря массы тела, адинамичность движения, поредение шерсти.

При трансплантации размороженного костного мозга без облучения выживаемость животных к 30-м суткам составляла 45 %, в то время как использование размороженного ММ-облученного костного мозга обеспечило более высокую — 53 %-ную — выживаемость реципиентов в течение срока наблюдения.

Из клинических симптомов у животных обеих групп отмечали лишь незначительную потерю массы с тенденцией к восстановлению к концу срока наблюдения и небольшую гиподинамию.

Таким образом, нетепловое ММ-излучение низкой интенсивности оказывает положительное влияние на стволовые кроветворные клетки криокон-сервированного костного мозга, способствует повышению выживаемости летально облученных реципиентов после миелотрансплантации, и может являться одним из путей повышения репопуляционной способности криоконсервированного костного мозга.

Институтом радиотехники и электроники РАН совместно с Московским научно-исследовательским онкологическим институтом им. П.А.Герцена с 1989/90 гг. проводятся оригинальные экспериментальные исследования по воздействию низкоэнергетического импульсного ММ- и СВЧ-излучений наносекундной длительности с большой пиковой мощностью (десятки и сотни миллионов ватт) на злокачественные опухолевые образования [24, 25]. Несмотря на большую мощность излучения, нагрева объекта практически не происходит из-за малой длительности импульса (порядка 10 нс). В то же время такое излучение не является ионизирующим, не приводит к разрыву молекулярных связей, так как энергия квантов электромагнитного излучения в данном диапазоне длин волн весьма мала. Характерная особенность этого импульсного воздействия — высокая напряженность ($10^4$-$10^5$ В/см) внешнего переменного электрического поля, сравнимая с естественной квазистатической напряженностью электрического поля в биологических клеточных мембранах.

Опыты, проводили на крысах линии Вистар с перевитой внутримышечно карциносаркомой Уокера.

В результате многочисленных экспериментов с воздействием описанным выше импульсным ММ- и СВЧ-излучением установили следующие особенности у облученных животных по сравнению с контролем:

- увеличение срока жизни;
- уменьшение скорости роста и стабилизация перевитых опухолей (на несколько дней останавливается ее рост);
- при сочетании с химиопрепаратом наиболее эффективно тормозится рост опухоли и увеличивается продолжительность жизни;
- как при воздействии только ММ-, СВЧ-излучения, так и при сочетанием воздействии наблюдали значительное

уменьшение степени метастатического поражения.

In vitro выявлено увеличение количества опухолевых клеток, находящихся в различных стадиях клеточной деструкции вплоть до гибели, по сравнению с необлученными суспензиями.

При длительном наблюдении (1-1,5 года) за облученными здоровыми животными не выявили каких-либо видимых изменений ни в поведенческих реакциях, ни в общем состоянии животных. На аутопсии облученных животных не было обнаружено каких-либо патологоанатомических изменений в печени, почках, надпочечниках и органах иммунокомпетентной системы (тимус, селезенка, лимфатические узлы) по сравнению с соответствующим возрастным контролем.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно говорить как о непосредственном воздействии импульсного излучения на опухолевые клетки, так и об опосредованном — через активацию иммунной системы.

Группой ученых под руководством В.И.Говалло на базе ЦНИИ травматологии и ортопедии (ЦИТО) совместно с НПО "Исток" были проведены исследования по влиянию электромагнитного излучения ММ-диапазона на лимфоциты и фибробласты человека [26].

Показано, что под влиянием ММ-волн лимфоциты и фибробласты человека in vitro продуцируют фактор-***фитокин***, усиливающий рост и функциональную активность аналогичных клеток. ***Фитокин*** в высокой концентрации содержится в разрушенных облученных клетках, их лизатах, а также высвобождается в культуральную среду. Воздействие ММ-излучения само по себе не активирует рост клеток, не изменяет экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов и не оказывает влияния на их чувствительность к митогенам или экзогенным иммуномодуляторам, но добавление в культуру ***фитокина*** резко стимулирует пролиферативный потенциал лимфоцитов и фибробластов.

Данный фактор — ***фитокин***, продуцирующийся в цитоплазме клеток, связан с активацией дегидрогеназ: в облученных клетках концентрация лактатдегидрогеназы повышается в 3-5 раз. Активирующий фактор относится к категории клеточных регуляторов — цитокинов. Он не принадлежит к группе интерлейкинов или интерферонов, но может быть лимфокином или монокином. Это низкомолекулярный гликозированный фактор, секретируемый локально или дистанционно, действующий как паракринный или аутокринный (но не эндокринный).

По-видимому, описанный механизм может лежать в основе иммуномодулирующего эффекта ММ-излучения, наблюдаемого в клинических условиях ЦИТО при лечении гнойных заболеваний и осложнений. Трудности при терапии таких заболеваний связаны с недостаточной иммунологической реактивностью организма больных, со сложными и длительными операциями, с изменениями свойств и характера гнойной инфекции, которые обнаруживают устойчивость ко многим применяемым антибактериальным средствам, возрастающую тяжесть травмы и т.д.

При применении ММ-излучения при тяжелых видах боевой патологии (миновзрывные и огнестрельные ранения) опорно-двигательного аппарата, осложненной гнойно-раневой инфекцией, было выявлено следующее [27]:

- продолжительность отдельных фаз раневого процесса, включая длительно незаживающие инфицированные раны, сократилась в 1,5-2 раза по сравнению с контрольной группой;

- выраженное стимулирующее действие ММ-волн на регенерацию тканей в области раны — процент уменьшения раневой поверхности за сутки практически соответствовал неосложненному заживлению раны;
- 100 %-ное приживление трансплантатов;
- купирование остеомиелического процесса: отсутствие болей, воспалительных явлений в пораженном сегменте конечности, полное или частичное закрытие свищей, эпитализация раны мягких тканей;
- удовлетворительные исходы в ближайшем послеоперационном периоде у 92,3 % больных;
- снижение на 20 % рецидивов после хирургического вмешательства;
- уменьшение микробной обсемененности ран после раскрытия и иссечения гнойно-некротических очагов.

Проведенные микробиологические исследования in vitro по изучению влияния ММ-волн на биохимические и культуральные свойства микроорганизмов, чувствительность микробов к антибиотикам установили отсутствие прямого влияния ММ-волн.

Как показали исследования, значительный вклад в эффективность ММ-терапии вносит действие ММ-волн на нормализацию параметров иммунной системы. Больные, перенесшие сложные реконструктивные операции, в послеоперационном периоде страдают вторичным иммунодефицитом, осложняющим процесс их лечения. Использование ММ-излучения приводило к выраженным сдвигам иммунограммы больных: к увеличению содержания относительных и абсолютных Т-клеток (на 30-50 %), Т-хелперов (на 30-80 %); отмечали повышение содержания БГЛ или ЕК-клеток (на 40—60 %), нормализацию ИРИ и снижение АТИ.

Таким образом, антимикробное действие ММ-излучения реализуется не путем прямого влияния на патогенную микрофлору, а опосредованно — благодаря усилению общей реактивности организма и улучшению жизнеспособности тканей в области раны.

Одним из ярких примеров иммуностимулирующего действия ММ-волн явилась работа группы авторов из Ленинграда [28] по исследованию защитного и профилактического действия ММ-излучения при гриппозной инфекции.

В первой серии опытов было показано, что при аппликации вируса гриппа А в смертельной дозе можно получить защитный эффект как при облучении здоровых животных до их заражения, так и при облучении уже зараженных животных:

- во всех опытных группах был зарегистрирован положительный лечебно-профилактический эффект как по выживаемости, так и по средней продолжительности жизни;
- степень выраженности защитного эффекта зависит от методики облучения — наилучший эффект защиты (смертность равны нулю) наблюдается при длительном профилактическом облучении здоровых животных до заражения;
- защитный эффект профилактики возрастает при увеличении длительности облучения от 7 до 17 дней;
- достаточно эффективно использование ММ-облучения и в качестве терапевтического средства.

Наряду с экспериментальным исследованием на животных был проведен ретроспективный анализ эпидемиологической ситуации гриппа и

ОРВИ у группы больных, проходящих ММ-терапию по поводу язвенной болезни. Курс ММ-терапии совпал с предэпидемиологическим периодом эпидемии гриппа, обусловленной вирусом гриппа А (Н3 № 2). Группа, получавшая ММ-терапию, сравнивалась с контрольной группой (сопоставимой по возрасту, состоянию здоровья, условиям труда). В результате обнаружили, что у лиц, прошедших ММ-терапию, заболеваемость гриппом и ОРВИ в период эпидемии была в 1,75 раза ниже, чем в контроле.

Поскольку большинство заболеваний вызывает вторичный иммунодефицит, то иммуномодулирующее действие ММ-волн вызывает большой интерес.

При лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, как и многих других заболеваний, лежат нарушения равновесия факторов защиты и агрессии целостного организма. Среди факторов защиты на первом месте стоит иммунитет. При сравнении эффективности ММ-терапии и традиционного лечения язвенной болезни [29] исследовали неспецифический иммунитет (фагоцитоз, лизоцим) и специфический — (Т-, В-лимфоциты, иммуноглобулины А, М, G). В процессе традиционного медикаментозного лечения, несмотря на заживление язвенного дефекта, не наблюдали повышения факторов защиты. При применении ММ-терапии на фоне заживления язвенного дефекта без келлоидного рубца наблюдали выраженный нормализующий эффект факторов защиты, в частности неспецифического и специфического иммунитета. При динамическом наблюдении за больными установлено, что через три месяца после окончания курса лечения факторы защиты максимально высоки. С учетом того, что ММ-волны оказывают нормализующий эффект на факторы защиты организма, была предложена профилактическая ММ-терапия.

При лечении атопического дерматита [30, 31] с применением ММ-терапии, в качестве методов лабораторного контроля состояния иммунитета пациентов использовали:

- определение Т-лимфоцитов — "активных" и "общих";
- определение В-лимфоцитов;
- метод радиальной иммунодиффузии в агаровом геле для определения в сыворотке крови иммуноглобулинов классов А, М, G;
- определение циркулирующих иммунных комплексов в сыворотке крови;
- иммуноферментный анализ определения общего IgE и аллергенспецифических IgE — антител к бытовым, пыльцевым и пищевым аллергенам.

В результате проведенного лечения отмечена положительная динамика и стойкое улучшение иммунологических показателей, как со стороны клеточного (Та-РОК, Е-РОК), так и гуморального (ЦИК, IgM, IgG, IgE) иммунитета.

У больных, получавших традиционную терапию, показатели клеточного и гуморального иммунитета изменений практически не претерпевали.

Группой авторов на базе ЦНИИ туберкулеза РАМН [32] изучалось влияние ММ-волн при терапии саркоидоза легких на состояние иммунного статуса: определялось количество Т-лимфоцитов и их функциональная активность с ФГА, количество В-лимфоцитов, уровень иммуноглобулинов и циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в сыворотке крови до и после лечения. Под влиянием ММ-волн наблюдали универсальную стимуляцию функциональной активности иммунокомпетентных клеток: активацию фагоцитарной функции макрофагов в зоне гранулематозного

поражения, в отдаленных участках легких, в крови. Благодаря активации макрофагов происходило быстрое и эффективное освобождение организма от ЦИК, их фагоцитоз макрофагами, содержание которых снижалось у 87-91 % больных после, ММ-терапии. Это приводило к восстановлению кровотока в легких — как известно, уменьшение количества ЦИК в крови предупреждает повреждение микрососудов многих органов.

В последнее время наблюдается широкое распространение герпетической инфекции, что обусловлено отсутствием надежной профилактики и недостаточностью медикаментозной терапии, а также ростом иммунодефицитных состояний, вызванных осложнившейся экологической обстановкой, широким применением антибактериальных и гормональных средств. При сочетании традиционного лечения с ММ-терапией (при проведении обследования иммунного статуса: Т-, В-лимфоциты, ЦИК, иммуноглобулины, A, M, G, толерантность к иммуномодуляторам) наблюдали иммуностимулирующий эффект ММ-волн, проявляющийся в активации фагоцитоза, Т-лимфоцитарной активности, что весьма немаловажно для профилактики и лечения заболеваний, протекающих на фоне вторичного иммунодефицита [33].

Также достаточно широко на сегодняшний день в структуре урогенитальной заболеваемости у женщин и мужчин распространены воспалительные заболевания половых органов, наиболее часто вызываемые хламидийной, микоплазменной и уреаплазменной инфекцией. Особенностью микроорганизмов, вызывающих вышеперечисленные инфекции, является их способность создавать стойкое иммунодефицитное состояние. При проведении антибиотикотерапии на фоне иммуномодуляции процент излеченности повышается до 70 % по сравнению с 30-50 % — при традиционной схеме лечения [34].

Известно, что на фоне иммуносупрессии происходит обострение угревой сыпи. Проводили исследования влияния ММ-терапии на состояние микробиоценоза кожи у больных вульгарными угрями. Всем пациентам делали иммунограмму, определяя показатели клеточного и гуморального иммунитета до и после лечения. Больные, у которых восстановились иммунологические показатели после курса ММ-терапии, не имели роста условно-патогенных микроорганизмов на коже. Клинические результаты у них оценивались как выздоровление или значительное улучшение. В целом, у большинства больных была положительная динамика иммунологических показателей и параллельно наблюдалось улучшение состояния микробиоценоза кожи [35].

Таким образом, проведенные экспериментально-клинические исследования свидетельствуют о выраженном иммуномодулирующем эффекте низкоинтенсивного ММ-излучения.

Центральная нервная система (ЦНС) является основной регуляторной системой, которая в значительной степени определяет все протекающие в организме процессы. Кроме того, в классических исследованиях по электромагнитной биологии было показано, что ЦНС — самая чувствительная к ЭМП система [36-38].

Работы по изучению роли ЦНС в реализации биологических эффектов низкоинтенсивных миллиметровых (ММ) волн начались практически на заре становления ММ-терапии.

При анализе биоэлектрической активности головного мозга у больных с ранними формами церебрального атеросклероза [39] было обнаружено, что после проведения ММ-терапии наиболее выраженные изменения наблюдались в медиобазальных отделах мозга в диапазонах дельта-, тета- и

альфа-ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ). При этом спектральная мощность альфа-ритма увеличилась по сравнению с исходной на 16 %, что свидетельствовало о развитии процессов синхронизации. Спектральная мощность медленных волн уменьшилась на 10 %, что указывает на нормализацию функционального состояния головного мозга. Эти изменения коррелировали с улучшением состояния больных по данным клинического осмотра: повышением работоспособности, исчезновением головокружения, уменьшением головных болей.

Исследования биоэлектрической активности головного мозга, проведенные *А.Е.Столбиковым* с соавторами [40], показали, что ММ-терапия сопровождается восстановлением исходно нарушенных при гипертонической болезни межзональных и межполушарных взаимоотношений основных ритмов ЭЭГ. Как после однократного воздействия, так и после курса ММ-терапии было обнаружено уменьшение исходно повышенных значений относительной мощности (ОМ) спектра ЭЭГ в тета- и бета-диапазонах при одновременном их увеличении в альфа-диапазоне. Изменения ОМ в альфа-диапазоне были наиболее значительны ($p < 0,01$). Анализ межполушарных соотношений показал наличие тенденции к повышению межполушарной асимметрии в бета-диапазоне в центральных отведениях. В альфа-диапазоне было зарегистрировано увеличение межзональных различий как в правом, так и в левом полушариях.

Влияние лечебного курса ММ-терапии и однократного воздействия ММ-излучением на параметры спектра ЭЭГ исследовали больных гипертонической болезнью с эу- и гипокинетическим типом гемодинамики (ГД) — группа I и больных с гиперкинетическим типом ГД — группа II [41]. Полученные результаты показали, что на начальном этапе ММ-терапии усиливаются активационные процессы в ЦНС, а к концу курса лечения отмечаются изменения ЭЭГ (снижение частоты пика в альфа- и бета-диапазонах, увеличение мощности альфа-ритма, сглаживание зональных различий в альфа-диапазоне и снижение коэффициента межполушарной асимметрии), свидетельствующие о выраженном седативном эффекте воздействия. Наблюдавшееся уменьшение ОМ и снижение уровня асимметрии могут быть связаны с улучшением кровоснабжения мозга в результате ММ-терапии.

В обеих группах больных в течение курса практически отсутствовали изменения ЭЭГ, связанные с развитием процессов торможения. Вероятно, на начальных этапах ММ-терапии в ЦНС происходят перестроечные процессы, сопровождающиеся явлениями активации парадоксальной ритмической активности в ЭЭГ. После курса лечения, напротив, отмечалось эффективное усиление тормозных процессов.

В группе I отчетливые позитивные изменения наблюдались после третьей процедуры, в то время как эффективность курсового воздействия была слабее. Изменения параметров ЭЭГ, отражающие нормализацию биоэлектрической активности мозга у больных, выявлены только после окончания курса ММ-терапии. Эти данные указывают на необходимость подбора режима ММ-терапии в зависимости от типа ГД больного.

*А.А.Ковалевым* [42] (областная больница им.Бурденко, г.Пенза) при изучении пространственной организации корковых процессов и функциональной значимости ее динамики у больных с хронической висцеральной патологией без признаков нарушения ЦНС во время ММ-терапии было получено следующее. На фоне характерных для нормы показателей

психосоматического статуса организма или при их нормализации под влиянием ММ-излучения наблюдали перестройки когерентного состава ЭЭГ преимущественно в узкополосных областях альфа-диапазона. При наличии некоррегируемых патологических отклонений функционального состояния сферы соматовисцеральной иннервации преобладающие сдвиги пространственной синхронизации проявлялись в узкополосной области бета-ритма.

Продолжая исследования, автор выявил интересную закономерность [43]: на 15-й минуте происходило смещение акцента функциональной значимости среднего уровня когерентности с исходно доминировавшего поддиапазона с частотой 9,7 к 11 Гц, в то время как, при плацебо соотношение средних уровней когерентности по всем частотным поддиапазонам ЭЭГ в начале и в конце исследования было одинаковым. По мнению автора, это обусловлено тем, что пространственно-временная организация нейрональных взаимосвязей поддиапазона ЭЭГ с частотой 11 Гц представляет собой некий оптимум, отклонение от которого является неблагоприятным условием для протекания кортиковисцеральных взаимодействий, а нормализующее начало ММ-излучения реализуется посредством структурной перестройки не соответствующих норме когерентных взаимоотношений корковых биопотенциалов, с формированием новой (или активированием старой) матрицы соотношения средних уровней когерентности в функционально значимых частотных поддиапазонах ЭЭГ, при доминировании поддиапазона с частотой 11 Гц.

Подобные данные были в работах [44-46], когда при обработке ЭЭГ с помощью метода хаотической динамики на 15-й минуте 30-минутной экспозиции ММ-воздействия было обнаружено увеличение корреляционной размерности странного аттрактора, свидетельствующее об изменении функционального состояния мозга человека — повышение уровня сложности протекающих в коре мозга процессов. А при обработке тех же ЭЭГ методом спектрального анализа был обнаружен сдвиг пика спектра мощности в альфа-диапазоне в более высокочастотную область.

При проведении ММ-терапии, а также клинических исследований в различных областях медицины важно учитывать описанные выше данные.

На базе Института ВНД и НФ АН в лаборатории электромагнитной нейрофизиологии, возглавляемой проф. *Ю.А.Холодовым,* под руководством *Н.Н.Лебедевой* с 1989 г. проводились экспериментальные исследования по изучению сенсорных и субсенсорных (ЭЭГ) реакций здорового человека на периферическое воздействие низкоинтенсивного ММ-излучения.

Обобщение результатов исследования сенсорных реакций; то есть электромагнитной чувствительности человека [45, 47-52], позволяют сделать следующие выводы:

- человек способен достоверно различать ММ-сигналы от пустых проб;
- чувствительность человека к ММ-излучению определяется как его индивидуальными особенностями, так и биотропными параметрами поля;
- модальность возникших ощущений (давление, прикосновение, покалывание, жжение) свидетельствует об участии в рецепции ММ-излучения кожного анализатора;
- латентный период реакции на ММ-стимул составил десятки секунд;
- существует сенсорная асимметрия при восприятии ММ-излучения в зависимости от то-

го, на какую (правую или левую) руку осуществлялось воздействие.

По анализу возникающих у испытуемых субъективных ощущений можно думать, что ММ-стимул "запускает" механорецепторы, болевые рецепторы и свободные нервные окончания — немиелинизировинные эфферентные волокна без корпускулярных структур на конце.

Тактильная чувствительность (механорецепция) объединяет четыре качества: ощущение прикосновения, давления, вибрации, щекотания. Из сенсорной физиологии известны следующие виды механорецепторов: очень быстро адаптирующиеся — тельца Пачини; быстро адаптирующиеся — тельца Мейснера и рецепторы волосяного фолликула и медленно адаптирующиеся — тактильные диски, диски Меркеля, окончания Руффини.

Видимо, не стоит рассматривать быстро адаптирующиеся механорецепторы, поскольку разряд в них прекращается через 50-100 мс после включения адекватного стимула, а для рецепции таких неспецифических и слабых стимулов, какими являются низкоинтенсивные ЭМП, нужны либо медленно адаптирующиеся рецепторы, либо рецепторы с фоновой активностью, а лучше — то и другое вместе. Из механорецепторов такими могут быть только окончания Руффини, такильные. диски, диски Меркеля.

Болевые рецепторы (ноцицепторы) кожи представляют собой свободные нервные окончания с тонкими миелинизированными или немиелинизи-рованными нервными волокнами. Предположение о том, что ноцицепторы могут осуществлять рецепцию электромагнитного сигнала, основывается на следующем: полиспецифичность по отношению к стимулам; модальность ощущений — покалывание, жжение, которые специалистами трактуются как "предболь"; опыты, показавшие исчезновение электромагнитной чувствительности у людей при обработке кожи в месте воздействия хлорэтилом, выключающим болевые рецепторы [53]; факты из лечебной практики — при воздействии ЭМП на соответствующий дерматом в больном органе возникает сенсорный отклик, что может быть следствием конвергенции ноцицептивных афферентов от дерматомов внутренних органов на одни и те же нейроны болевых путей, при этом возникает гиперчувствительность кожи из-за того, что висцеральные импульсы повышают возбудимость вставочных нейронов и возникает фасилитация ("облегчение").

При изучении соматосенсорной системы принято подразделять афферентные, центростремительные пути и соответствующие центральные отделы на филогенетически молодую специфическую (лемнисковую) и филогенетически старую неспецифическую (экстралемнисковую) системы. На основании полученных экспериментальных данных представляется логичным предположить, что, главным образом, экстралемнисковая соматосенсорная система обеспечивает проведение и восприятие ММ-стимула.

В рамках этого предположения, учитывая, что в экстралемнисковой системе существуют тесные связи с лимбической системой, одной из основных функций которой является эмоциональная окраска восприятия, можно объяснить и положительные эмоции, возникающие у больных при проведении электромагнитной терапии, о чем так часто сообщают врачи.

Проблема восприятия низкоинтенсивных ЭМП является частью сенсорной физиологии слабых сигналов и представляется в настоящее время еще весьма далекой от разрешения.

Сенсорная физиология, или

психофизика, включающая в себя такие подразделы, как объективная и субъективная сенсорная физиология, изучает сенсорные реакции живого организма на воздействие различных факторов окружающей среды. Однако до последнего времени все психофизические исследования касались, главным образом, раздражителей, имеющих специфический для них рецепторный аппарат, — свет, звук, холод-тепло, болевые стимулы, различные виды тактильных раздражений (вибрация, давление, прикосновение и т.п.). Электромагнитное поле следует отнести к неспецифическому виду раздражителей, поскольку в настоящее время, по крайней мере, у человека, не известны специфические рецепторы, которые воспринимали бы электромагнитное (и, в частности, ММ-) излучение.

Кроме того, применяемое в медицинской практике ММ-излучение является низкоинтенсивным и в связи с этим для организма существует проблема выделения сигнала из шума, поскольку собственные шумы сенсорной системы могут вызывать такие ответы (ложные тревоги), которые не отличаются качественно от ответов, возникающих под действием ММ-сигналов.

Источниками таких ложных тревог, то есть сенсорного шума, могут быть:

- "предпусковая интеграция" — скрытое аффе-рентно-эфферентное образование, возникающее в результате частичного афферентного синтеза, пусковым сигналом для которого может служить не только адекватный стимул, но и любой другой сигнал; однако именно этот физиологический механизм, обеспечивающий состояние селективного внимания, позволяет субъекту эффективно выделять слабый сигнал из шума;
- специфические паттерны возбуждений, возникающие без действия внешнего условного раздражителя по механизму условного рефлекса на время.

Объективизировать субъективные ощущения при восприятии слабых сигналов можно специальными методическими приемами проведения эксперимента, набором достаточно большого количества экспериментальных данных для статистической обработки.

В связи с этим хотелось бы обратить внимание на следующее. Среди врачей существует мнение, основанное на ряде публикаций, что подбор индивидуальной волны можно осуществлять по наличию у больного сенсорного ощущения на ту или иную частоту КВЧ-излучения. Однако полученные экспериментальные данные [50-52] свидетельствуют о некорректности использования этого метода, тем более, что существуют убедительные результаты о наличии реакций в организме человека в ответ на ММ-воздействие и при отсутствии сенсорного отклика [48, 49].

Как было сказано выше, существуют два пути проведения возбуждения при действии любого раздражителя: специфический и неспецифический. Если специфический связан с передачей специальной информации, то неспецифическии выходит на все слои коры и служит для передачи тонизирующих, активирующих влияний. Различие этих систем возбуждения выражается в том, что при проведении импульса в специфической системе в коре возникает потенциал действия первичного ответа; проведение же ответа неспецифическим путем характеризуется вторичным ответом и затянутым действием, состоящим в эффекте изменения фоновой ритмики коры. При этом специфический ответ возникает в соматотопической проекции соответствующих точек рецепторной

поверхности на периферии, неспецифическое влияние вызывает генерализованное воздействие в широких областях коры.

При длительном (30-60 мин) периферическом действии на здорового человека ММ-волн наблюдаются изменения пространственно-временной организации биопотенциалов коры головного мозга — значительное увеличение мощности альфа-ритма в окципитальных областях коры и повышение среднего уровня когерентности в тета-диапазоне в центрально-фронтальных областях, более выраженное в правом полушарии (независимо от локализации воздействия).

Представляется, что действие такого раздражителя, как ЭМП, о чем свидетельствуют экспериментальные факты, протекает в основном по неспецифическим путям: во-первых, это более выраженные ответы передне-центральных областей коры, а не теменных, где располагается топическая проекция кисти руки, при наличии перестроек и во всех остальных областях (то есть определенная степень генерализации); во-вторых, затянутость ответа при сенсорной индикации (это десятки секунд); в-третьих, более выраженная (независимо от локализации) реакция правого полушария, которое имеет более тесные связи с диэнцефальными структурами (таламусом, ретикулярной формацией), чем левое [54, 55].

Исследования влияния ММ-излучения на зрительные вызванные потенциалы (ЗВП) у пациентов с висцеральной патологией, не имевших жалоб на момент обследования, а также указаний на поражения нервной системы, выявило, что развивающиеся в неокортексе, в том числе и в первичной проекционной коре зрительного анализатора, под воздействием ММ-излучения процессы, способные опережать возникновение и инвертировать знак начального коркового компонента ЗВП [56].

Влияние КВЧ-излучения на ЦНС можно оценить изучая поведенческие реакции. Так, в диссертационной работе *С.В.Хромовой* [57] показано, что ЭМИ КВЧ способно модифицировать условно-рефлекторную деятельность крыс, что проявлялось в ускорении переделки ранее выработанного условного пищевого рефлекса и замедлении возникновения нарушений условного оборонительного рефлекса.

При исследовании стрессопротекторного действия ЭМИ КВЧ у животных, выполненного в Государственном научном центре наркологии МЗ РФ *Ю.Л.Арзумановым с* группой сотрудников [58, 59], влияние этого излучения на ЦНС оценивалось по тестам, основанным на изучении врожденного поведения, отражающего различные сферы мотивационально-эмоциональной деятельности. В условиях конфликтно-оборонительной ситуации наряду со стрессированием, действие ММ-излучения модифицировало поведение опытной группы животных таким образом, что оно не отличалось от группы пассивного контроля.

Коллективом ученых из ГНЦ наркологии МЗ РФ и НИИ неврологии РАМН Москвы было проведено специальное психологическое исследование для оценки уровня и течения мыслительной деятельности, исследование памяти, внимания, эмоционального состояния и уровня тревожности при лечении больных, страдающих алкоголизмом с помощью ММ-терапии [60]. У 80 % пролеченных больных наблюдалось улучшение общего состояния, уменьшалось внутреннее напряжение, тревога, тяга к алкоголю, тошнота, исчезали вегетативные нарушения и неврологические проявления (нарушение статики, общий тремор, нистагм). Восстанавливались сон, аппетит. Исследование мыс-

лительной деятельности показало способность пациентов более четко осуществлять основные мыслительные операции, устанавливать логическую зависимость на простом наглядно-образном материале. Отмечалось улучшение памяти, усиление концентрации внимания, улучшение эмоционального статуса.

Выраженное антистрессорное действие ММ-волн было получено группой исследователей под руководством проф. *Н.А.Темурьянц* [61, 62] в экспериментах по влиянию этого излучения на развитие гипокинетического стресса у крыс. По сравнению с контрольной группой у экспериментальных животных после 9-дневной гипокинезии не обнаружено снижение защитных функций крови. Более того, наблюдалось повышение исследуемых показателей (цитохимический статус нейтрофилов и лимфоцитов периферической крови) по отношению к контрольным животным. Однако выраженность антистрессорного действия ММ-излучения зависела от индивидуальных особенностей высшей нервной деятельности крыс и была наибольшей у крыс с низкой и средней двигательной активностью.

По динамике показателей сердечного ритма, индексу напряжения, спектрально-корреляционному анализу ЭЭГ и данным психологического тестирования было показано модифицирующее действие ММ-волн на функциональное состояние ЦНС человека при моделировании стресса [63].

При исследовании психофизиологического состояния пациентов [64] и при разработке новых методов психоэмоциональной реабилитации в амбулаторных условиях [65] было выявлено, что ММ-терапия способствует снижению как реактивной, так и личностной тревожности, способствует улучшению памяти, повышает внимание и скорость сенсомоторных реакций, восстанавливает и стабилизирует писхоэмоци-ональное состояние человека.

Выявлено антидепрессивное действие ММ-волн. При лечении больных с депрессивной симптоматикой в рамках маниакально-депрессивного психоза, циклотимии, шизофрении, сосудистых и инволюционных психозов с помощью сочетанной со светолечением ММ-терапии положительный клинический эффект достигал 97 %. Отличительной особенностью больных, практически выздоровевших, было наличие различной выраженности тревожного компонента в структуре депрессии, независимо от нозологической принадлежности, а в вегетативной нервной системе — явлений гиперсимпатикотонии. Улучшение отмечено при смешанном типе вегетатики и преобладании апатии в структуре синдрома [66].

В ГНЦ психического здоровья РАМН г.Москвы проводилась разработка нового метода лечения больных с депрессивными расстройствами невротического уровня, в основу которого было положено комбинирование психофармако- и психотерапии с ММ-терапией. В результате проведенного исследования выявили, что при сочетанием с ММ-терапией лечении наблюдали значительно более выраженный положительный эффект, чем при традиционном способе лечения. Особенно высокую эффективность излечения отмечали при невротической астенической депрессии, что сопровождалось относительно быстрой и полной редукцией аффективных и сопутствующих им других психопатологических проявлений [67].

В Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте (г.Санкт-Петербург) больным после оперативных вмешательств (удаление гематом, сосудистых мальформаций, опухолей и т.п.) при

восстановительном лечении применяли ММ-терапию. Уже после первой процедуры больные отмечали улучшение самочувствия. После полного курса лечения у всех больных наблюдали положительный клинический эффект — купировались головные боли, исчезали сонливость, утомляемость, возрастала переносимость физических и психических нагрузок.

Электроэнцефалографический контроль, проводимый после курса лечения и в катамнезе, показал значительную перестройку биоэлектрической активности головного мозга — уменьшение пароксизмальных проявлений, снижение судорожной готовности, восстановление основного ритма [68].

Целый ряд экспериментальных исследований, проведенных в острых опытах на животных и изолированных нервных препаратах (аксон кальмара, седалищный нерв лягушки и др.), продемонстрировал возможность непосредственного (либо через тонкие слои близлежащих тканей и жидкостей) воздействия ММ-излучения на периферические элементы ЦНС [69, 70], в том числе стимулирующего влияния на регенерацию периферических нервов [71].

Был получен положительный клинический эффект (уменьшение частоты и интенсивности приступов) при ММ-терапии у пациентов, страдающих невралгией тройничного нерва, при воздействии на кожную проекцию мест выхода ветвей тройничного нерва [72].

Коллективом российских и украинских ученых и врачей получен патент на способ лечения невритов слухового нерва с применением ММ-терапии [73]. Этот метод лечения состоит в том, что перед воздействием на биологически активные точки, расположенные в области пораженного нервного ствола, осуществляют воздействие ММ-излучением на области, расположенные по ходу пораженного нервного ствола, включающие нейрососудистые пучки и проекционные зоны пораженного нерва. Дополнительно осуществляют воздействие на меридиональные аурикулярные и корпоральные точки, связанные с функционированием слухового аппарата.

Таким образом, проведенные экспериментально-клинические исследования свидетельствуют о модифицирующем влиянии низкоинтенсивного ММ-излучения на работу центральной нервной системы.

## 🕮 Литература


1. *Виленская Р.П., Севастьянова Л.А., Фалеев А.С.* Исследование поглощения ММ-волн в коже экспериментальных животных. — Электроника СВЧ, 1971, № 7,с.97-103.
2. *Виленская Р.П., Гельвич Э.А., Голант М.Б., Смолянская А.З.*. О характере воздействия ММ-излучения на синтез колицина. — Науч. докл. высш. шк. Сер. биол. науки, 1972, № 7, с.69-71.
3. *Виленская Р.П., Смолянская А.З., Адаменко В.Г.* Индукция синтеза колицина с помощью миллиметрового излучения. — Бюлл. экспер. биологии и медицины, 1972, № 4, с.52-54.
4. *Севастьянова Л.А., Виленская Р.П.* Исследование влияния радиоволн сверхвысокой частоты миллиметрового диапазона на костный мозг мышей. — УФН, 1973, т.110, вып.3, с.456-460.
5. *Смолянская А.З., Гельвич Э.А., Голант М.Б., Махов А.М.* Резонансные явления при действии электромагнитных волн миллиметрового диапазона на биологические объекты. — Успехи современной биоло- гии, 1979, т.87, № 3, с.381-392.
6. *Севастьянова Л.А., Бородкина А.Г., Зубенкова Э.С.* и др. Резонансный характер воздействия радиоволн миллиметрового диапазона на биологические системы. — В сб.: Эффекты нетеплового воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты / Под ред. акад. Н.Д.Девяткова. - М.: ИРЭ АН СССР, 1983, с.34-37.
7. *Севастьянова Л.А, Потапов С.Л., Адаменко В.Г.* и др. Комбинированное воздействие рентгеновского и сверхвысокочастотного

излучения на костный мозг. — Науч. докл. высш. шк. Сер. биофиз. биол. науки, 1969, № 6, с.46.
8. *Севастьянова Л.А., Потапов С.Л., Адаменко В.Г.* Изменение гемопоэза под влиянием СВЧ и рентгеновского излучения. — Вопросы радиобиологии и биологического действия цитостатических препаратов. Доклады 5 конференции ЦНИЛ, Томск, т.2, 1970.
9. *Севастьянова Л.А., Потапов С.Л.* Изменение гемопоэза под влиянием сверхвысокочастотного и рентгеновского излучения. — Морфологические и гематологические аспекты. Доклады 5 конференции ЦНИЛ, Томск,1970.
10. *Севастьянова Л.А.* Биологические действия радиоволн миллиметрового диапазона на нормальные ткани и злокачественные новообразования. — В сб.: Эффекты нетеплового воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты / Под ред. Н.Д.Девяткова. - М.: ИРЭ АН СССР, 1983, с.48-62.
11. *Севастьянова Л. А., Галант М.Б., Адаменко В.Г.* и др. Влияние СВЧ излучения на изменение количества клеток костного мозга, вызванного действием противоопухолевых химиотерапевтических препаратов. — Труды 2 Всероссийского съезда онкологов. Омск, 1980, с.136.
12. *Севастьянова Л.А., Галант М.Б, Зубенкова Э.С.* и др. Действие радиоволн миллиметрового диапазона на нормальные ткани и злокачественные новообразования. — В сб.: Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине / Под ред. акад. *Н.Д.Девяткова.* — М.: ИРЭ АН СССР, 1985, с.37-49.
13. *Севастьянова Л.А., Потапов С.Л., Васильева Н.Н.* и др. Изменение клеточного состава костного мозга при действии СВЧ излучения в комбинации с имифосом. — Науч. докл. высш. шк. Сер. биол. науки, 1976, № 7, с.36-39.
14. *Севастьянова Л.А., Потапов С.Л.* Изменение характера кроветворения под действием СВЧ ММ-диапазона в комбинации с рентгеновским излучением или противоопухолевыми препаратами. — Радиочувствительность и лучевая терапия опухолей. — Л., 1976, ч.2, с.36-38.
15. *Севастьянова Л.А., Виленская Р.Л., Кубаткина Е.И.* Изменение количества клеток костного мозга мышей при комбинированном воздействии сверхвысокочастотного излучения и противоопухолевых препаратов. — Науч. докл. высш. шк. Сер. биол. науки, 1974, № 8, с.55-57.
16. *Севастьянова Л. А., Бородкина А.Г., Зубенкова Э.С.* Комбинированное действие ММ-волн с противоопухолевыми препаратами на кроветворную систему и злокачественные новообразования. — Актуальные проблемы экспериментальной химиотерапии. — Черноголовка: Изд-во АН СССР, МЗ СССР, АМН СССР, 1982, с.235-237.
17. *Севастьянова Л.А., Потапов С.Л, Васильева Н.Н.* и др. Особенности воздействия радиоволн ММ-диапазона на комбинации с фторафуром на кроветворную систему. — Науч. докл. высш. шк. Сер. биол. науки, 1976, № 12, с.27-31.
18. *Севастьянова Л.А., Виленская Р.Л.* Реакции клеток костного мозга мышей на изменение параметров облучающей сверхвысокочастотной радиации ММ-диапазона. — Науч. докл. высш. шк. Сер. биол. науки, 1974, № 6, с.48-51.
19. *Севастьянова Л.А., Зубенкова Э.С., Бородкина А.Г.* и др. Реакция кроветворной системы на комбинированное действие ММ-волн с противоопухолевыми препаратами и рентгеновским излучением у экспериментальных животныь — Биологическое действие электромагнитных полей. — Пущино; ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1982, с.131.
20. *Севастьянова Л.А., Зубенкова Э.С., Зиновьева С.В.* и др. Реакция нормальных тканей и злокачественных новообразований на ЭМИ ММ диапазона нетепловой интенсивности. — Тез. докл. симп."Механизмы биологического действия ЭМИ". Пущино, 27—31 октября 1987, с.79-80.
21. *Севастьянова Л.А., Бородкина А.Г., Зубенкова Э.С.* и др. Резонансный характер воздействия радиоволн ММ-диапазона на биологические системы. - U.S. Joint Publ. Research Service rep. JPRS 72956, Mar. 9. 1979, p.9-15.
22. *Adey W.R.* Frecuency and power window in tissue interactios with weak electromagnetic fields. Proc. IEEE, 1980, v.68 (1), p.119.
23. *Соболева Е.И., Игнашева Л.П.* Выживаемость летально облученных животных при трансплантации криоконсервированного костного мозга, подвергнутого КВЧ-воздействию. Сб. докладов Международного симпозиума "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине" 3-6 октября 1991, Москва. Ч.2, с.452-354.
24. *Девятков Н.Д., Плетнев С.Д., Чернов З.С., Файкин В.В.* и др. Воздействие низкоэнергетического импульсного КВЧ- и СВЧ-излучения наносекундной длительности с большой пиковой мощностью на био-

логические структуры (злокачественные образования). - ДАН ССР, 1994, т.336, № 6.
25. *Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Кабисов Р.К.* и др. Воздействие низкоэнергетического импульсного КВЧ- и СВЧ-излучения наносекундной длительности с большой пиковой мощностью на биологические структуры (злокачественные образования). — Биомедицинская радиоэлектроника, 1998, №1, с. 56-62.
26. *Говалло В.И., Барер Ф.С., Волчек И.А.* и др. Продукция ЭМИ-облученными лимфоцитами и фиб-робластами человека фактора, активирующего пролиферацию клеток. — Сб. докладов Международного симпозиума "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине" 3-6 октября 1991, Москва. Ч.2, с.340-344.
27. Итоговый отчет о работе временного научного коллектива "Крайне высокие частоты" за период 05.09.88-01.09.91 года. Москва, 1991, с.133-144.
28. *Рыжкова Л.В., Старик А.М., Волгарев А.П.* и др. Защитный эффект низкоинтенсивного миллиметрового облучения при летальной гриппозной инфекции. — Сб. докладов Международного симпозиума "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине" 3-6 октября 1991, Москва. Ч.2, с.373-377.
29. *Пославский М.В.* Физическая терапия крайне высокой частотой (КВЧ-терапия) в лечении и профилактике язвенной болезни. — Сб. докладов Международного симпозиума "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине" 3-6 октября 1991, Москва. Ч.1, с.142-146.
30. *Адаскевич В.Г.* Эффективность применения электромагнитного излучения миллиметрового диапазона в комплексном лечении больных атоническим дерматитом. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1994, № 3, с.78-81.
31. *Адаскевич В.Г.* Клиническая эффективность, иммунорегулирующее и нейрогуморальное действие миллиметровой и микроволновой терапии при атопическом дерматите. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1995, № 6, с.30-38.
32. *Гедымин Л.Е., Ерохин В.В., Бугрова К.М.* и др. Электромагнитные волны миллиметрового диапазона в терапии саркоидоза легких и внутригрудных лимфатических узлов. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1994, № 4, с.10-16.
33. *Пуляева Е.Л., Ветохина С.В.* Применение КВЧ-терапии при лечении генитального герпеса. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1997, № 9-10, с.55-56.
34. *Элбакидзе И.Л., Ордынский В.Ф., Судакова Е.В.* и др. КВЧ-терапия в лечении воспалительных заболеваний, передаваемых половым путем. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1998, № 1 (11), с.39-41.
35. *Донецкая С.В., Зайцева С.Ю., Викторов А.М.* и др. Влияние КВЧ-терапии на состояние микробиоценоза кожи у больных вульгарными угрями. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1996, № 7, с.57-59.
36. *Пресман А.С.* Электромагнитные поля и живая природа. - М.: Наука, 1968.
37. *Холодов Ю.А.* Влияние электромагнитных и магнитных полей на центральную нервную систему. — М.: Наука,1966.
38. *Сидякин В.Г.* Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему. — Киев.: Наук. думка, 1986.
39. *Губарец М.Я.* Изменения биоэлектрической активности головного мозга после микроволновой резонансной терапии у больных с ранними формами церебрального атеросклероза. — Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения, в медицине. — Тезисы докладов 1 Всесоюзного симпозиума с междунар. участием, 10-13 мая 1989 г.
40. *Столбиков А.Е., Берус А.В., Шмаль О. В., Гапонюк П.Я.* Нейрофизиологическое исследование механизмов КВЧ-терапии гипертонической болезйи. Изменение спектральных характеристик ЭЭГ у больных гипертонической болезнью при КВЧ-терапии. — Сб. докладов Международного симпозиума "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине", 3-е октября 1991 г., Москва, с.109-113.
41. *Берус А.В., Столбиков А.Е., Шмаль О.В., Гапонюк П.Я.* Особенности измененний параметров спектра ЭЭГ в ходе КВЧ-терапии у больных гипертонической болезнью с разными типами гемодинамики. — Сб. докладов Международного симпозиума "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине", Москва, 3-6 октября 1991 г., с.114-119.
42. *Ковалев А.А.* Неосознаваемые эффекты влияния нетепловых электромагнитных излучений миллиметрового диапазона на интегративные звенья саморегуляции гомеостаза организма человека. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1997, № 9-10, с.18-24.
43. *Ковалёв А.А.* Биоэлектрические эквива-

ленты кортикальных механизмов саногенеза организма человека в условиях нормы, патологии и под влиянием нетеплового воздействия электромагнитного излучения КВЧ-диапазона. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1998, № 2 (12), с.16-28; Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1997, № 9-10, с.18-24.

44. *Ульбикас Ю.К., Давыдов В.И., Лебедева Н.Н.* Применение методов хаотической динамики для исследования влияния КВЧ-излучения на биоэлектрическую активность мозга человека. — Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине и биологии. Т.2. - М.: ИРЭ АН СССР, 1991, с.442-450.

45. *Лебедева Н.Н.* Реакции центральной нервной системы человека на электромагнитные поля с различными биотропными параметрами. Автореф. дис. ... докт. биол. наук,- М.: Ин-т ВНД и НФ РАН, 1992.

46. *Сулимова О.П.* Электро- и психофизиологические реакции человека на периферическое воздействие низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высоких частот. — Автореф. дис. канд. биол. наук. Симферополь: Симферопольский гос. ун-т, 1992.

47. *Лебедева Н.Н., Сулимов А.В.* Сенсорная индикация электромагнитных полей миллиметрового диапазона. — Миллиметровые волны в медицине и биологии. — М.: ИРЭ РАН, 1989, с.176-182.

48. Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. — М.: Наука, 1992.

49. *Лебедева Н.Н.* Сенсорные и субсенсорные реакций здорового человека на периферическое воздействие низкоинтенсивных ММ-волн. — Миллиметровые волны в медицине и биологии, 1993, № 2, с.5-24.

50. *Котровская Т.И.* Сенсорные реакции человека при действии слабого электромагнитного стимула. — Миллиметровые волны в медицине и биологии, 1994, № 3, с.32-38.

51. *Лебедева Н.Н., Котровская Т.И.* Электромагнитная рецепция и индивидуальные особенности человека. — Миллиметровые волны в медицине и биологии, 1996, № 7, с. 14 -20.

52. *Котровская Т.И.* Восприятие человеком электромагнитных полей в зависимости от его индивидуальных особенностей. Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— М.: Ин-т ВНД и НФ РАН, 1996.

53. *Гилинская Н.Ю.* и др. Изменение чувствительности к магнитному полю при некоторых заболеваниях нервной системы. — Магнитные поля в теории и практике медицины. — Куйбышев, 1984, с.17-21.

54. *Балдырева Г.Н., Жаворонкова Л.А.* Характеристика межполушарных взаимоотношений в ЭЭГ в оценке функционального состояния мозга человека. — Журн. высшей нервной деятельности, 1989, т.39, вып.2, с.215-220.

55. *Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А.* Функциональные асимметрии человека. — М.: Медицина, 1988.

56. *Ковалёв А.А., Пресняков С.В.* Механизм первичного влияния на кору головного мозга человека проявлений трансформаций в его организме внешнего низкоэнергетического КВЧ-излучения. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1999, № 2 (14), с.25-36.

57. *Хромова С.В.* Модификация миллиметровыми излучениями поведенческих реакций крыс. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М.: Ин-т ВНД и НФ РАН, 1990.

58. *Арзуманов Ю.Л., Калотыгина Р.Ф., Хоничева Н.М.* и др. Исследование стрессопротекторного действия электромагнитных волн КВЧ-диапазона у животных. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1994, № 3, с.5-10.

59. *Калотыгина Р.Ф., Хоничева Н.М., Арзуманов Ю.Л.* и др. Миллиметровое излучение и длительность алкогольного наркоза у животных с различными типами поведения. — Миллиметровые волны в медицине и биологии. Сб. докладов. 10 Российский симпозиум с межд. участием, Москва, 24-26 апреля 1995 г., с.121-122.

60. *Арзуманов Ю.Л., Калотыгина Р.Ф., Абакумова А.А.* и др. Перспективность использования ММ-волн в клинике алкоголизма. — Сб. докладов. 11 Российский симпозиум с межд. участием "Миллиметровые волны в медицине и биологии", Москва, 21-24 апреля 1997 г., с.61-62.

61. *Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н.* Влияние микроволн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1992, № 1, с.22-32.

62. *Темурьянц Н.А., Чуян Б.Н., Туманянц Е.Н.* и др. Зависимость антистрессорного действия ЭМИ миллиметрового диапазона от локализации воздействия у крыс с различными типологическими особенностями. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1993, № 2, с.51-58.

63. *Лебедева Н.Н., Сулимова О.П.* Модифицирующее действие ММ-волн на функцио-

нальное состояние ЦНС человека при моделировании стресса. — Миллиметровые волны в биологии и медицине, 1994, № 3, с.16-21.
64. *Темурьянц Н.А., Хомякова О.В., Туманянц Е.Н., Дерпак М.Н.* Динамика некоторых психофизиологических показателей в процессе микроволновой терапии. — Сб. докладов. 11 Российский симпозиум с межд. участием "Миллиметровые волны в медицине и биологии", Москва, 21-24 апреля 1997 г., с.61-62.
65. *Крайнев В.Е., Сулимова О.П., Ларионов И.Ю.* Применение КВЧ-воздействия в комплексном методе психоэмоциональной реабилитации. — Сб. докладов. 11 Российский симпозиум с межд. участием "Миллиметровые волны в медицине и биологии", Москва, 21-24 апреля 1997 г., с.63-64.
66. *Царицинский В.И., Тиранская А.Д., Деркач В.Н.* Использование ЭМИ ММ-диапазона в лечении депрессивных состояний. — Международный симпозиум "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине", Москва, 3-6 октября 1991 г., с.229-233.
67. *Морозов Г.В., Асанова Л.М., Антропов Ю.Ф., Шканов С.М.* Крайне высокие частоты электромагнитного излучения в лечении невротической депрессии у женщин. — Сб. докладов. 10 Российский симпозиум с межд. участием "Миллиметровые волны в медицине и биологии", Москва, 24-26 апреля 1995 г., с.49-51.
68. *Тышкевич Т.Г., Берсенев В.П., Степанова Т.С.* Использование миллиметровых волн в восстановительном лечении нейрохирургических больных. — Сб. докладов. 10 Российский симпозиум с межд. участием "Миллиметровые волны в медицине и биологии", Москва, 24-26 апреля 1995 г., с.56-57.
69. *Сазонов А.Ю.* Влияние КВЧ-излучения на периферические нервные структуры и сублетальные состояния лабораторных животных. Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. электротехнический ун-т, 1998.
70. *Акаев Т.Н., Авалев В. Д., Семеньков П.Г.* Восприятие ЭМИ ММ-диапазона электрорецепторами скатов. — Сб. докладов. Международный симпозиум "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине", Москва, 3-6 октября 1991 г., с.442-447.
71. *Колосова Л.И., Авалев В.Д., Акоев Г.Н., Рябчикова О.В.* Влияние электромагнитного поля миллимтрового диапазона малой мощности на регенерацию периферических нервов. Сб. докладов. Международный симпозиум "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине", Москва, 3-6 октября 1991 г., с.398-402.
72. *Мегдятов Р.С., Василенко А.М., Архипов В.В.* и др. Применение лечебно-диагностического комплекса "Шарм" в комплексной терапии невралгии тройничного нерва. — Сб. докладов. 10 Российский симпозиум с международным участием "Миллиметровые волны в медицине и биологии", Москва, 24-26 апреля 1995, с.83-84.
73. Пат. № 2122395. Способ лечения невритов слухового нерва. / *Н.А.Темурьянц, Н.Л.Никитина, Е.Н.Туманянц, О.В.Бецкий, Н.Н.Лебедева.*



# Транс-резонансная функциональная топография. Биофизическое обоснование

*Петросян В.И.*, Громов М.С.**, Власкин А.В.***, Благодаров А.В.**

** - ООО «ФИНИНВЕСТ-КОНТРАКТ», ** - Саратовский медицинский институт,
*** - Научно-производственная фирма «ТЕЛЕМАК»*

В статье обсуждается метод транс-резонансной функциональной топографии, в основе которого лежит СПЕ-эффект, а также предполагаемые физические механизмы его реализации.

Транс-резонансная функциональная топография – это принципиально новый тип медицинской диагностики. В отличие от известных рентгеновских томографов, снимающих поперечные срезы органических изменений в организме, с помощью топографа снимается топографическая картина функционального состояния органов и систем организма. При этом сама процедура ненагрузочна и безопасна. Уникальные возможности транс-резонансной диагностики заключаются в способности инструментально обнаруживать симптомы заболеваний на самых ранних, доклинических стадиях заболеваний, когда пациент клинически еще здоров, а физиологически уже предрасположен к заболеванию. Данный метод топографии базируется на использовании неизвестного ранее фундаментального явления – резонансно-волнового состояния биосреды живого организма.

В чем же заключается это состояние?

Хорошо известно, что основные органы и системы организма человека на 70-80 % состоят из воды. Например, мозг, святая святых, представляет собой на 75 % «водный компьютер». Эмбрион и 4 месячный плод человека на 90 %, а медуза – на 98 % состоят из воды! (Большая медицинская энциклопедия).

Какова же роль воды в жизнедеятельности и что же тогда жизнь?

Ответ на этот извечный вопрос попытался сформулировать еще величайший из гениев – *Леонардо да Винчи*. Изучая анатомию человека, Он пришел к заключению, что «Жизнь – это одушевленная вода».

До сих пор воде отводилась хотя и жизненно важная, но пассивная роль среды, в которой происходят биохимические процессы, осуществляющие жизнедеятельность. Между тем, как оказалось, воде присуща и более глубокая, самостоятельная функция.

Об этом далее и пойдет речь.

Учеными Саратовского отделения Института радиотехники и электроники Российской Академии наук впервые обнаружено явление резонансно-волнового состояния биосреды живого организма.

Резонансно-волновое состояние заключается в том, что молекулярная система всего организма находится в естественном колебательном состоянии на строго определенных, так называемых, резонансных частотах. Молекулярные колебания возбуждают в среде собственные радиоволны той же частоты, но сверхмалой мощности.

Эти частоты лежат в диапазоне крайне высокой частоты – аббревиатура КВЧ, интервал частот 30…300 ГГц (ГГц – млр. колебаний в сек), или в диапазоне миллиметровых длин волн –ММ волны, длины волн 10…1 мм, что то же самое, так как частота $\nu$ связана с длиной волны $\lambda$ через скорость света $c$ соотношением:

$$\nu = c / \lambda. \qquad (1)$$

Набор резонансных частот собственных колебаний среды представляет собой резонансный спектр.

Проблемный вопрос заключался лишь в том, как практически принять сверхслабые ($10^{-15}$ = 0, 000 000 000 000 000 1 Вт) радиоизлучения биотканей, как наполнить их информацией о состоянии биоткани и как интерпретировать полученную информацию? Далее излагаются основные положения, позволившие решить данную проблему, и дается описание радиоэлектронной аппаратуры.

На рис.1 приведены схемы экспериментов по исследованию резонансных свойств физических объектов, в частности, воды и биологических объектов– организма человека, а на рис.2 показаны экспериментальные спектры воды – *а)* и биоткани организма человека в норме – *б)*. Из последнего рисунка хорошо просматривается совпадение резонансных частот воды и биотканей.

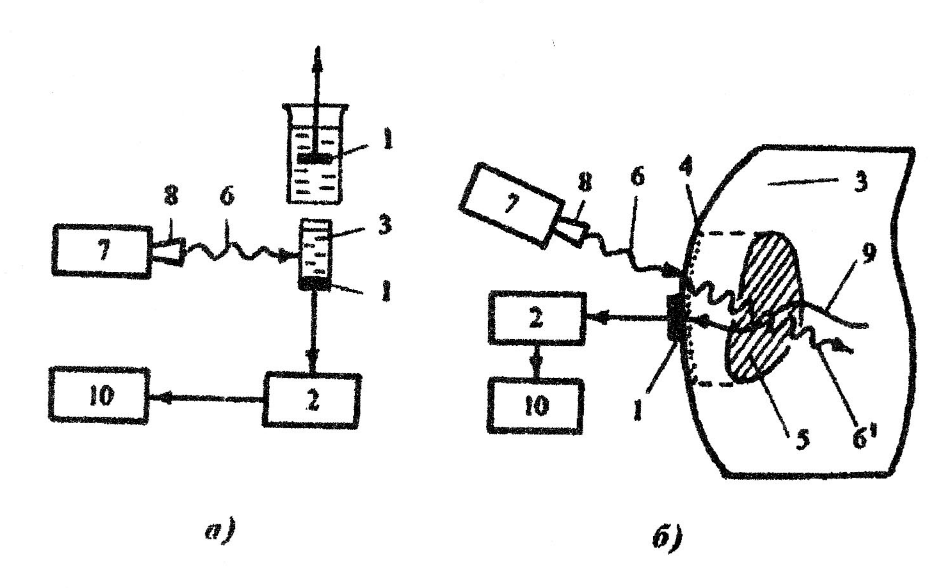
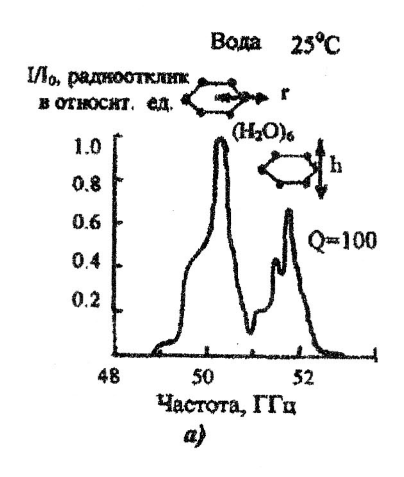



Рис.1. Схема экспериментальной установки для исследования методом транс-резонансной КВЧ/СВЧ радиоспектроскопии: *а)*физических объектов, *б)*биотканей организма человека.Обозначения: 1 – приемная антенна-аппликатор, 2 – радиометрический СВЧ приемник, 3 – объект сследования, 5 – кожная проекция очага поражения, 6 – поток ММ волн, 6 – прошедшие в объем объекта резонансные ММ волны, 7 – КВЧ свип-генератор, 8 – излучающая рупорная антенна, 9 – рассеянные и принимаемые ДМ волны, 10 – индикатор (графопостроитель, монитор).

Полное соответствие резонансных частот воды и биоткани свидетельствует о том, что за резонансно-волновое состояние организма ответственна молекулярная система водной компоненты биосреды.

Этот ключевой вывод означает, что физиологическое состояние организма определяется не только – и не столько необходимым количеством воды, но и её молекулярно-волновым состоянием.

Молекулярно-волновое состояние водной компоненты биосреды определяют 2 характеристики: пространственная молекулярная структура и синхронизация коллективных молекулярных колебаний.



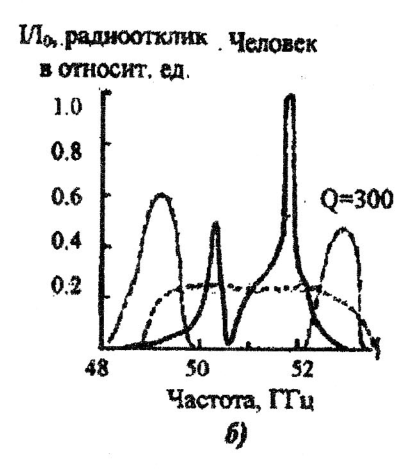




Рис.2. Резонансные спектры: а) бидистиллята воды, б) тканей организма человека в норме. Штриховые линии - «аномальные резонансы» при различных заболеваниях. Вставки - гексагональные фрагменты молекул воды и типы резонансных колебаний. Q - добротность

Молекулярную структуру воды составляют 2 молекулярных фрагмента, соответствующих ее крайним фазам – фазе льда и фазе пара. Это льдоподобные гексагональные 18-атомные молекулы $(H_2O)_6$ и газоподобные 3-атомные молекулы $H_2O$. Они изображены на рис.3.

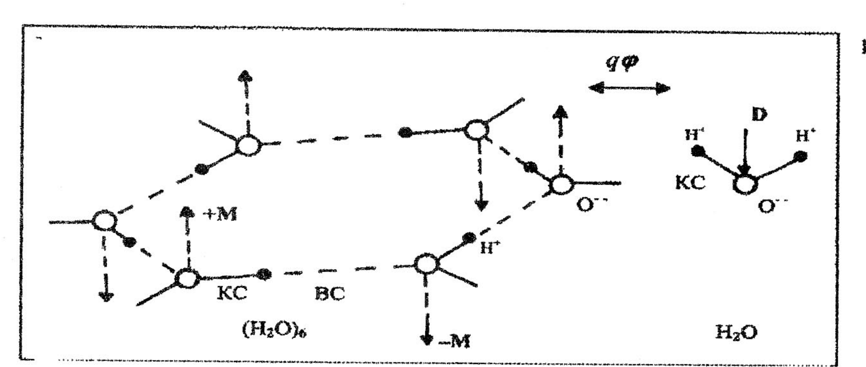



Рис.3. Гексагональный и трехатомный фрагменты молекулярной структуры воды: ВС, КС - водородная и ковалентная связи, М, D - магнитный и электрический дипольные моменты, q·φ - вектор направления колебаний.

Первые из них имеют антипараллельные магнитные моменты ±М, а вторые – электрические дипольные моменты D. Благодаря наличию моментов образуются сложные пространственные полимолекулярные конфигурации. Именно эти молекулярные структуры находятся в постоянном вибрирующем состоянии в электромагнитном поле собственных резонансных радиоволн. Они-то, с одной стороны, определяют, а с дру-

гой стороны, и отражают функциональное состояние органов и систем организма. На сегодняшний день авторами определены 2 спектральные серии резонансных волн, из которых первая связана с колебаниями гексагонального молекулярного фрагмента, а вторая – с колебаниями трехатомного фрагмента: вблизи - 25, 50, 100, 150 ГГц и 32,5, 65, 130 ГГц, теоретически существуют и другие гармоники.

На резонансных частотах внешние низкоинтенсивные ММ волны могут проникать в объем биотканей и воды, вызывая дополнительное к их собственному радиоизлучение. На других частотах ММ радиоволны поглощаются в поверхностных (толщиной менее 0,1 мм) слоях водосодержащих объектов. Особо подчеркнем, воздействующие радиоволны должны иметь малую, микроваттную мощность, так как в противном случае даже резонансные радиоволны водосодержащая среда не пропускает. Для иллюстрации можно привести вульгарную аналогию: резкий удар по воде вызывает ее жесткое сопротивление, при слабом же воздействии предмет свободно проникает в глубину водной среды. Непонимание этого факта долгое время создавало психологический барьер, препятствующий обнаружению и использованию резонансных свойств водной среды в процессах жизнедеятельности.

Резонансное взаимодействие внешних радиоволн со средой описывается формулой спектральной зависимости дополнительного излучения $\Delta I$ среды при воздействии на нее низкоинтенсивными радиоволнами мощностью $P$:

$$\Delta I \approx \frac{kP}{\sqrt{\left[2\pi^2\left(\nu^2-\nu_0^2\right)\right]^2+\left(2\pi\gamma\nu\right)^2}} \qquad (2)$$

здесь $k$ – коэффициент пропорциональности, $\gamma$ – удельный на единицу массы коэффициент вязкости среды, а $\nu_0$ – одна из резонансных частот среды, $\nu$ – частота внешних радиоволн.

Из формулы видно, что когда частота внешнего излучения совпадает с резонансной частотой среды

$$\nu \Rightarrow \nu_0, \qquad (3)$$

то принимаемый радиосигнал $\Delta I$ со среды резко возрастает, достигая максимальной величины:

$$\Delta I \approx \Delta I_{max} \approx \frac{kP}{2\pi\gamma\nu_0}. \qquad (4)$$

Теперь откроем один из главных «секретов» резонансной технологии. Он заключается в том, что принимается и анализируется не прямое ММ радиоизлучение с биоткани, а рассеянное излучение. Как же его отделить от прямого? Для этого необходимо вести прием радиоволн не на резонансной частоте ММ излучения, а в более длинноволновой области – в дециметровом (ДМ) диапазоне длин волн. Такое преобразование радиоволн из ММ в ДМ диапазон происходит в результате взаимодействия ММ радиоволн со средой на молекулярно-полевом уровне. И как продукт этого взаимодействия, радиоволны приобретают информацию о биофизическом состоянии организма.

Таким образом, внешнее ММ радиоизлучение становится зондирующим. Интенсивность принимаемого с организма рассеянного ДМ радиосигнала в данном случае будет пропорциональна молекулярно-волновым нарушениям в биосреде, то есть энтропии. Обратим внимание еще раз на то, что этот радиосигнал является дополнительным к фоновому радиоизлучению биоткани. С применением формулы Больцмана-Планка и правила Лопиталя интенсивность радиосигнала $\Delta I$ с биоткани, имеющей превышение молекулярно-волновых нарушений $\Delta N$ над допустимым флуктуационным уровнем $N_o$, можно описать выражением:

$$\Delta I = k\, ln\{(N_o+\Delta N)!/N_o!\} \approx k\,(N_o+\Delta N)\, ln(N_o+\Delta N) - k\, N_o\, lnN_o . \qquad (5)$$

В общем виде, с учетом резонанса, состояние биоткани теоретически описывается формулой принимаемого диагностического радиосигнала:

$$\Delta I \approx \frac{k\left[(N_0+\Delta N)\ln(N_0+\Delta N)\cdot - N_0 \ln N_0\right]}{\sqrt{\left[2\pi^2\left(\nu^2-\nu_0^2\right)\right]^2+(2\pi\gamma\nu)^2}} P . \qquad (6)$$

Отсюда, в отсутствие дополнительных нарушений, когда $\Delta N \Rightarrow 0$, то есть для биотканей в норме, следует:

$$\Delta I \Rightarrow \Delta I_{min} \approx 0 . \qquad (7)$$

При изменении структуры воды резонансные частоты, синхронизация и интенсивность радиоизлучений биотканей меняются. Данные радиофизические параметры резонансно-волнового состояния биосреды находятся в корреляционной взаимосвязи с локально-интегральным функционированием организма. Ведь биохимические процессы осуществляются в водной среде, и для них не безразлично ее физическое состояние.

Регистрируя и анализирую изменения параметров радиоизлучений, принимаемых с органов и систем организма, можно не только констатировать, но и предвидеть заболевание. Последнее дает основание для использования разработанной функциональной диагностики в качестве скрининговой.

В скрининговом варианте состояние поля внутренних радиоизлучений организма моделируется путем зондирования диагностируемой области микроваттной эталонной радиоволной на фиксированной резонансной частоте биоткани в норме, например, вблизи 50, 52 или 65 ГГц.

Приведенная формула диагностического радиосигнала (6) теоретически объясняет, что, действительно, появление «сверхнормативных» нарушений в биотканях (рост $\Delta N$ в числителе) отслеживается дополнительным рассеянным радиоизлучением. Такая ситуация соответствует гиперфункции диагностируемой зоны, например, воспалению. Патология часто сопровождается гипофункцией. В этом случае сигнал снижается в связи с отклонением резонансов от нормы и изменением консистенции ткани (рост разности резонансных частот в патологии $(\nu_p)$ и норме $(\nu_o)$ $/\nu_p - \nu_o/$ и повышение вязкости среды $\gamma$ в знаменателе). Приведенные положения служат обоснованием возможности регистрации наряду с клиническими – функциональных нарушений на молекулярно-волновом уровне, предшествующем морфологическим.

Таковы биофизические принципы транс-резонансной функциональной топографии.

Для скрининговой диагностики разработан транс-резонансный функциональный топограф, состоящий из радиометра – сверхчувствительного СВЧ радиприемника излучений организма, приёмной антенны-аппликатора, источника эталонных резонансных КВЧ радиоволн с излучающей рупорной антенной, блока управления и визуализации (дисплея), компьютера и программного обеспечения. Аппаратура, кроме компьютера, размещена в помехозащищённом экранном боксе. Схема топографа и метода транс-резонансной функциональной топографии представлена на рис.4.

# Экранированный бокс

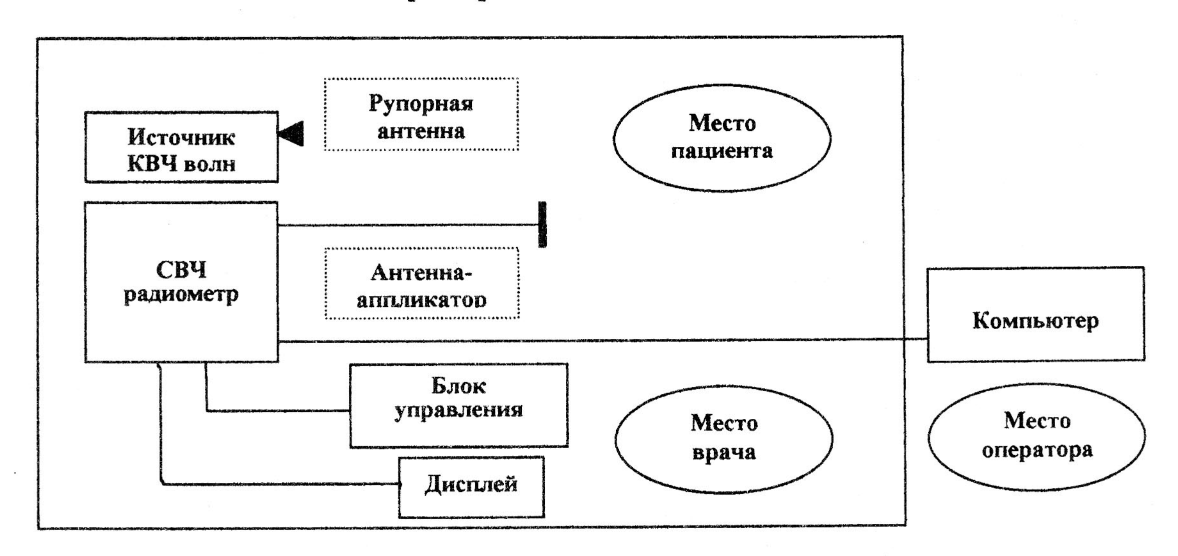



Рис. 4. Функциональная схема топографа и транс-резонансной топографии.

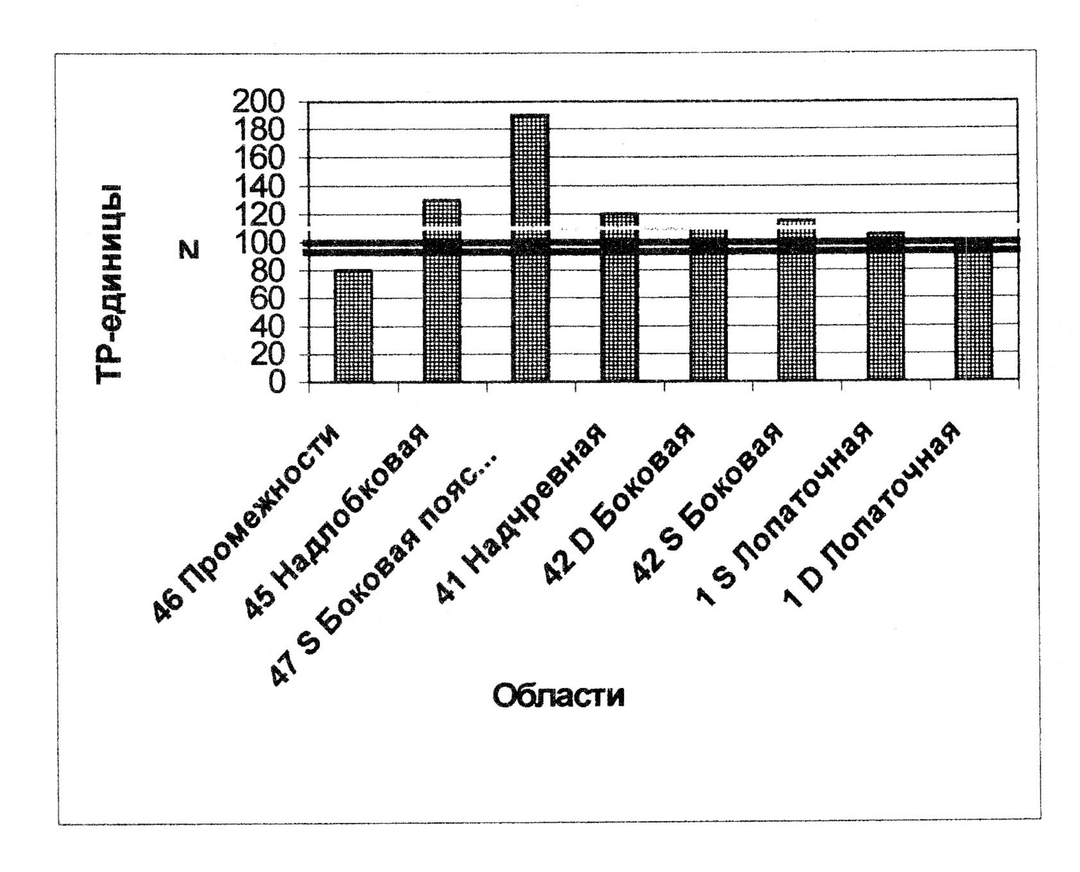



Рис.5. Топограмма. N - коридор нормы.

Для диагностического обследования используется стандартная топографическая анатомия тела человека.

Путём сканирования антенной по поверхности тела по заданным областям с временной экспозицией на каждом участке 5 сек. снимаются уровни радиосигналов и составляется топографическая картина функционального состояния организма.

При отработке технологии данные топографического обследования сравнивались с лабораторными (анализ крови, мочи) и инструментальными (УЗИ, рентген, компьютерная томография) показаниями. В результате статистической обработки обследований 100 пациентов с заболеваниями различной этиологии - определен 10% «коридор» нормы, отклонения от которого по уровню радиосигнала в большую или меньшую сторону интерпретируется как гипер- или гипофункция органов и систем, расположенных в обследуемой области. В соответствии с выявленными показателями интенсивности сигналов участки в норме на топограмме тела человека подсвечиваются зеленым цветом, а аномальные – красным в случае гиперфункции и фиолетовым в случае гипофункции. Одновременно выдается топограмма уровней радиосигналов по обследованным областям. Поскольку интенсивность радиоизлучений с биотканей представляет собой совершенно новый биофизический параметр, градация уровней сигналов проводится в условных ТР (транс-резонансных) единицах. При этом уровень нормы принимается за 100 ТР, за 0 уровень – радиошумовой сигнал воды при 36,6 °С (~310 К), а каждая «ненормативная» единица ТР соответствует, в наших конкретных аппаратных условиях, примерно 1 К радиошумового сигнала. На рис.5 показана примерная функциональная топограмма. Ей соответствует следующее диагностическое заключение по областям: 46 – аденома предстательной железы, 45 – цистит, 47 – пиелонефрит, 41, 42 S – дисфункция, 1 S, 1 D, 42 D – норма.

Более глубокие исследования морфо-функционального состояния биотканей организма проводятся в режиме свипирования (изменения) частоты, но описание этой технологии диагностирования выходит за рамки настоящего сообщения. Исследования проводятся на базе Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН.

Медицинская апробация проведена в Саратовском Военно-медицин-ском институте на базе кафедры Амбулаторно-поликлинической помощи. Разработка и финансирование научно-исследователь-ских и опытно-конструк-торских работ проводились компанией ФИНИНВЕСТ КОНТРАКТ.

Выводы по методу транс-резонансной функциональной топографии:

1. Метод безвреден и применим в диагностике любого патологического состояния человека.
2. Возможно применение метода в режиме скрининга в амбулаторной практике.
3. Метод показывает хорошие прогностические возможности на этапе субманифестного течения заболевания.

## Литература


1. Петросян В.И., Житенева Э.А., Гуляев Ю.В. и др. Взаимодействие физических и биологических объектов с электромагнитным излучением КВЧ-диапазона. – Радиотехника и электроника, 1995, т.40, вып.1.

2. Петросян В.И., Синицын Н.И., Елкин В.А. и др. Вода, парадоксы и величие малых величин. – Биомедицинская радиоэлектроника, 2000, № 2.


---

**Transresonance fanctional topography**


*Petrosyan V.I., Gromov M.S., Vlaskin A.V., Blagodarov A.V.*



The method of transresonance fanctional topography and its assumed physic mechanisms are discussed in the paper.

# ММ-терапия некоронарогенных поражений миокарда



*Щелкунова И.Г*., Матренина И.В*., Лебедева А.Ю.***

*ИПК ФУ "Медбиоэкстрем"*,
15 ГКБ, Кафедра госпитальной терапии РГМУ**, г. Москва*

Обсуждаются новые подходы к терапии некоронарогенных поражений миокарда. При ММ-терапии такого рода заболеваний наблюдали выраженное снижение количества эпизодов кардиалгий в сутки, улучшение психологического статуса пациентов и самооценки качества жизни, а также нормализацию гемореологических показателей.

В последнее годы в практику большинства лечебных учреждений повсеместно внедрены такие методы диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, как эхокардиография, сцинтиграфия миокарда; все чаще выполняется диагностическая коронарография. Видимо, в связи с этим обстоятельством повысилась частота диагностики заболеваний сердца некоронарогенного характера: кардиомиопатий, миокардитов и пролапса митрального клапана. По данным статистики распространение данной патологии достаточно широко – до 21 % в популяции (9, 10, 11, 12, 13). Следует отметить, что, как правило, это – пациенты молодого возраста, трудоспособные, которым вышеназванные заболевания мешают плодотворно трудиться, ухудшают качество их жизни. В связи с этим имеется интерес в дальнейшем изучении и поиске новых подходов к терапии такого рода некоронарогенных заболеваний. Согласно классификации пролапс митрального клапана подразделяется на первичный (идиопатический) и вторичный (после какого-либо перенесенного заболевания сердца). Кардиомиопатии принято подразделять на специфические и неспецифические (гипертрофическую, дилатационную, рестриктивную, аритмогенную дисплазию правого желудочка). Отдельного изучения требует такая проблема, как возникновение некоронарогенных заболеваний миокарда в связи с проведением противоопухолевого лечения – постлучевые поражения в связи с применением кардиотоксических химиопрепаратов, непосредственное воздействие опухоли на сердце, так как именно эта категория пациентов характеризуется наиболее тяжелым течением болезни, выраженным нарушением качества жизни и снижением психологического фона. Кроме того, у данной категории больных именно сердечная патология обусловливает 70-80 % летальности на фоне ремиссии основного заболевания. Это - нарушения ритма, сердечная недостаточность, тромботические осложнения.

## Методика

Нами был обследован широкий спектр пациентов с некоронарогенной патологией – 55 с первичным пролапсом митрального клапана, 45 – с гипертрофической, 4 – с дилатационной, 1 – с рестриктивной кардиомиопатией (амилоидоз сердца на фоне миеломной болезни), 2 – с аритмогенной дисплазией правого желудочка.

Кроме того, обследовано 24 пациентки, получавших лучевую тера-

пию на область средостения в связи с опухолью молочной железы, и 18 пациентов, получавших лучевую терапию на область средостения в связи с развитием других видов опухолей (лимфомы – 8, рака пищевода – 1, лимфогранулематоза – 7, тимомы – 2), 33 пациента, получавших в схемах полихимиотерапии кардиотоксические препараты (14 – по поводу опухоли молочной железы, 16 – лимфомы и лимфогранулематоза, 1 – опухоли альвеолярного отростка челюсти, 2 – опухоли тела матки); 2 пациентки с различными опухолями средостения (лимфома и тимома) с прорастанием в миокард (очаговый миокардит), 14 пациентов, получавших сочетанную лучевую и химиотерапию; 12 пациенток Клиники неврозов, получавших в процессе лечения амитриптилин, также обладающий кардиотоксическим действием. У всех вышеперечисленных пациентов отмечена недостаточность кровообращения различного функционального класса по классификации NYHA.

Всем пациентам было проведено всестороннее клиническое исследование: осмотр, общий и биохимический анализы крови, исследование системы гемостаза, электрокардиография, эхокардиография, сцинтиграфия миокарда, анкетирование по качеству жизни с использованием Миннесотского опросника и опросника Карновского и психологическому статусу организма по шкалам Гамильтона, Цунга, госпитальной, Монтгомери-Асберга. Полученные исходные данные приведены в таблице 1.

**Табл.1.** ***Качество жизни и психологический статус пациентов с некоронарогенными заболеваниями***

| Вид патологии | Шкала Монтгомери-Асберга | Шкала Гамильтона | Шкала Цунга SDS | Госпитальная шкала | Шкала Карновского | Миннесотский опросник |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Пролапс митрального клапана, первичный | 22,3±0,2 | 9,87±0,28 | 0,66±0,01 | 8,4±0,05 | 45,7±1,01 | 17,8±0,02 |
| Гипертрофическая кардиомиопатия | 17,2±0,18 | 8,87±0,24 | 0,45±0,01 | 3,4±0,02 | 44,5±2,0 | 24,45±1,5 |
| Лучевой миокардит у пациенток с опухолью молочной железы | 21,99±0,4 | 37,77±0,5 | 0,62±0,01 | 15,56±0,6 | 66,66±3,3 | 32,2±1,75 |
| Лучевой миокардит у пациенток с другими опухолями | 22,66±0,9 | 31,2±0,7 | 0,60±0,01 | 15,43±0,2 | 67,75±2,8 | 38,8±3,33 |
| Токсический миокардит у пациентов, получавших полихимиотерапию | 27,3±0,41 | 35,24±0,5 | 0,58±0,01 | 22,22±0,5 | 67,4±3,01 | 47,75±1,5 |
| Миокардит у пациентов, получавших сочетанную лучевую и химиотерапию | 29,98±1,1 | 34,74±1,2 | 0,62±0,01 | 21,33±1,0 | 68,02±3,3 | 46,78±4,4 |
| Пациентки Клиники неврозов (пролапс митрального клапана) | 31,7±1,2 | 39,66±2,3 | 0,68±0,01 | 24,4±1,11 | 34,75±2,8 | 14,8±1,12 |

Среди сердечных жалоб у пациентов отмечались: кардиалгии, сердцебиение, одышка, отеки. Кроме того, было значительно снижено качество

жизни, особенно у онкологических больных, а также психологический статус у этой же группы больных и у пациентов с первичным пролапсом митрального клапана. Известно, что у таких пациентов часто имеют место различные психологические проблемы (10). Кстати, среди пациенток Клиники неврозов нами выявлено 11 пациенток с пролапсом митрального клапана и 1 – с гипертрофической кардиомиопатией.

По данным эхокардщиографии и сцинтиграфии миокарда у всех вышеперечисленных пациентов, включенных в исследование, получавших лучевое и/или химиотерапевтическое лечение, установлено наличие диффузного миокардита, у 13 – пролапс митрального клапана.

Клинические проявления, выявленные у пациентов, приведены в таблице 2.

Табл.2. ***Клинические проявления сердечно-сосудистой патологии***

| Вид патологии | Кардиалгии, эпизодов в сутки | Нарушения ритма, эпизодов в сутки | Недостаточность кровобращения, ФК по NYHA |
|---|---|---|---|
| Первичный пролапс митрального клапана | 11, 0±0,25 | 7,1±0,21 | 1 ФК – 38<br>2 ФК – 12<br>3 ФК – 5 |
| Гипертрофическая кардиомиопатия | 6,96±0,22 | 3,43±0,09 | 1 ФК – 33<br>2 ФК – 11<br>3 ФК – 1 |
| Дилатационная кардиомиопатия | 3,12±1,75 | 18,22±4,36 | 4 ФК – 1<br>3 ФК – 3 |
| Рестриктивная кардиомиопатия | 12,0 | 4 | 4 ФК |
| Аритмогенная дисплазия правого желудочка | 0 | 29,0±5,0 | 1 ФК – 1<br>2 ФК – 1 |
| Пациентки с опухолями молочной железы, получавшие лучевую терапию на область средостения | 3,44±0,5 | 2,11±0,5 | 1 ФК – 20<br>2 ФК – 4 |
| Пациенты, получавшие лучевую терапию на область средостения | 6,05±0,66 | 3,43±0,33 | 1 ФК – 12<br>2 ФК – 5<br>3 ФК – 1 |
| Пациенты, получавшие полихимиотерапию с кардиотоксическими препаратами | 7,78±0,35 | 3,11±0,33 | 1 ФК – 28<br>2 ФК – 3<br>3 ФК – 2 |
| Прорастание опухоли в миокард | 18,0±3,0 | 5,0±2,0 | 4 ФК – 2 |
| Сочетание химиотерапии и лучевого воздействия | 9,99±1,11 | 3,33±1,11 | 1 ФК – 7<br>2 ФК – 4<br>3 ФК – 3 |
| Пациентки Клиники неврозов | 10,1±1,89 | 8,75±1,77 | 1 ФК – 12 |

В связи с поиском новых методов воздействия на клинические проявления сердечной патологии у пациентов с некоронарогенной патологией, у части пациентов проведена терапия электромагнитным излучением в миллиметровом диапазоне.

Было проведено лечение, включившее в себя сеансы миллиметровой терапии № 10 по методике лечения сердечно-сосудистых заболеваний аппаратом "Агат-1" группе пациентов: 20 пациентов с первичным пролапсом митрального клапана (13 женщин, 7 мужчин, средний возраст 24,55±1,15), 10 пациентов с гипертрофической кардиомиопатией (мужчины, средний возраст 34,8±2,0), 8 пациентов

с различными опухолями средостения, получавшими на эту область лучевую терапию (4 женщины и 4 мужчин, средний возраст 32,1±3,28), 10 пациенток с опухолью молочной железы, получавших лучевую терапию на область средостения (средний возраст 47,3±1,8), 10 пациентов с различными опухолями, получавшими полихимиотерапию с кардиотоксическими препаратами (7 женщин – 4 с опухолью молочной железы, 2 с опухолью тела матки, 1 – с лимфогранулематозом; 3 мужчин – с лимфомой ходжкинской и неходжкинской; средний возраст - 45,67±2,4), 5 пациентов, получавших сочетанную химио- и лучевую терапию (3 – мужчин и 2 – женщины, средний возраст – 39,1±1,8), 5 пациенток Клиники неврозов (с пролапсом митрального клапана, средний возраст – 32,4±3,6). Все пациенты имели 1 ФК недостаточности кровообращения. Клиническая характеристика пациентов опытной группы приведена в таблице 3. Пациенты опытной группы продолжали получать терапию основного заболевания, из лекарственных препаратов исключались лишь антикоагулянты и дезагреганты.

**Табл.3.** ***Клиническая характеристика группы пациентов, получивших миллиметровую терапию***

| Пациенты | Кардиалгии, эпизодов в сутки | Нарушения ритма, эпизодов в сутки |
|---|---|---|
| Пациенты с первичным пролапсом митрального клапана | 9,08 ±0,3 | 5,2±0,2 |
| Пациенты с гипертрофической кардиомиопатией | 6,48±0,3 | 3,13±0,2 |
| Пациентки с опухолями молочной железы, получавшие лучевую терапию на область средостения | 3,11±1,0 | 1,01±0,2 |
| Пациенты, получавшие лучевую терапию на область средостения | 5,45±0,96 | 2,57±0,28 |
| Пациенты, получавшие полихимиотерапию с кардиотоксическими препаратами | 5,44±1,0 | 2,97±0,3 |
| Пациенты, получавшие сочетанную химиотерапию с лучевым воздействием | 9,02±2,0 | 4,03±2,5 |
| Пациентки Клиники неврозов | 9,11±2,0 | 7,75±2,0 |

Исходно нами отмечены резкие изменения в системе гемостаза, особенно у онкологических больных. У пациентов отмечалась общая тенденция к гиперкоагуляции, хотя у ряда больных имелись явления дис- и гипокоалугяции. Отмечено повышение агрегации тромбоцитов, укорочение активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ), повышение уровня фибриногена с одновременным снижением уровня антитромбина III. Данные приведены в таблице 4.

## Результаты и обсуждение

Отмечена значительная клиническая динамика проявлений у пролеченных миллиметровым излучением больных. Выраженное снижение количества эпизодов кардиалгий в сутки, улучшение психологического статуса пациентов, улучшение самооценки качества жизни. Отмечено облегчение, вплоть до нормализации, степени тяжести и проявлений депрессии по баллам. Антиаритмического действия не выявлено, что отмечалось и в более ранних работах [1-5]. Динамика клинических проявлений и качества жизни под воздействием миллиметровой терапии отражена в таблице 5, психологического статуса – в таблице 6.

**Табл.4.** ***Исходное состояние системы гемостаза у пациентов опытной группы***

| Вид патологии | Агрегация тромбоцитов, % | АЧТВ, с | Вязкость крови, 20 сПз | Фибриноген, г/л | Антитромбин III |
|---|---|---|---|---|---|
| Первичный пролапс митрального клапана | 19,11±0,24 | 36,66±0,8 | 5,2±0,33 | 3,33±0,05 | 102,02±0,88 |
| Гипертрофическая кардиомиопатия | 22,3±0,56 | 32,7±0,5 | 5,65±0,03 | 3,4±0,02 | 98,7±0,25 |
| Лучевой миокардит у пациенток с опухолью молочной железы | 21,7±0,12 | 31,77±0,13 | 6,9±0,01 | 3,7±0,01 | 82,2±0,23 |
| Лучевой миокардит у пациенток с другими опухолями | 22,66±0,25 | 31,2±0,7 | 6,6±0,01 | 3,43±0,03 | 84,4±0,33 |
| Токсический миокардит у пациентов, получавших полихимиотерапию | 24,66±0,47 | 28,14±0,5 | 6,99±0,01 | 4,0±0,04 | 79,5±1,1 |
| Миокардит у пациентов, получавших сочетанную лучевую и химиотерапию | 24,08±1,08 | 28,66±1,21 | 6,85±0,01 | 4,1±0,57 | 79,99±1,21 |
| Пролапс митрального клапана (пациентки Клиники неврозов) | 18,8±1,25 | 36,66±1,25 | 5,44±0,01 | 3,23±0,25 | 97,7±1,25 |

**Табл.5.** ***Динамика клинических проявлений в результате миллиметровой терапии***

| Вид патологии | Кардиалгии | Недостаточность кровообращения |
|---|---|---|
| Пролапс митрального клапана первичный (20) | 2,1±0,1* | 1 ФК– 7 |
| Гипертрофическая кардиомиопатия (10) | 5,56±0,4* | 1 ФК – 3 |
| Лучевой миокардит у пациенток с опухолью молочной железы (10) | 1,1±0,8* | 1 ФК – 2 |
| Лучевой миокардит у пациентов с другими опухолями (8) | 2,0±0,8* | 1 ФК – 2 |
| Токсический миокардит у пациентов, получавших химиотерапию (10) | 1,97±0,1* | 1 ФК – 2 |
| Миокардит (кардиомиопатия) у пациентов, получавших сочетанную лучевую и химиотерапию (5) | 7.7±1,2* | 1 ФК –2 |
| Пролапс митрального клапана у пациенток Клиники неврозов (5) | 2,8±0,4* | - |

* $p<0,05$

Нам представляются очень важным результаты коррекции гемореологических расстройств в процессе лечения. Отмечена нормализация показателей. Данные приведены в таблице 7.

**Табл.6. *Динамика психологического статуса и качества жизни пациентов после лечения электромагнитным излучением в миллиметровом диапазоне***

| | Шкала Монтгомери-Асберга | Шкала Гамильтона | Шкала Цунга SDS | Госпитальная шкала | Шкала Карновского | Миннесотский опросник |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Пролапс митрального клапана первичный | 12,25± 0,4* | 7,66± 0,78* | 0,48± 0,01* | 6,23± 0,03* | 34,66± 1,01* | 15,5± 1,25* |
| Гипертрофическая кардиомиопатия | 11,2± 0,07* | 5,78± 0,24 | 0,34± 0,001* | 3,3± 0,02 | 32,4± 2,24 | 22,30± 0,5* |
| Лучевой миокардит у пациенток с опухолью молочной железы | 16,75± 0,28* | 17,16± 0,24* | 0,42± 0,01 | 9,45± 0,05* | 45,98± 1,05* | 28,08± 1,00* |
| Лучевой миокардит у пациенток с другими опухолями | 18,33± 0,78 | 16,28± 0,47* | 0,45± 0,01* | 11,28± 0,02* | 44,45± 1,55* | 28,87± 2,01* |
| Токсический миокардит у пациентов, получавших полихимиотерапию | 27,3± 0,41 | 15,45± 0,78* | 0,39± 0,01 | 11,27± 0,06* | 41,11± 2,45* | 28,88± 1,11* |
| Миокардит у пациентов, получавших сочетанную лучевую и химиотерапию | 29,98± 1,05 | 17,44± 0,78* | 0,44± 0,01 | 11,78± 0,78* | 43,33± 3,3* | 27,75± 1,2* |
| Пролапс митрального клапана (пациентки Клиники неврозов) | 31,7± 1,2 | 8,75± 0,13* | 0,39± 0,01 | 6,7± 0,8* | 21,02± 1,10 | 14,99± 1,9 |

*p<0,05

**Табл.7. *Динамика реологических свойств крови после терапии электромагнитным излучением в миллиметровом диапазоне***

| | Агрегация тромбоцитов, % | АЧТВ, с | Вязкость крови, 20 сПз | Фибриноген, г/л | Антитромбин III,% |
|---|---|---|---|---|---|
| Пролапс митрального клапана первичный | 18,02± 0,28 | 36,02± 0,78 | 4,8± 0,01* | 3,00± 0,01 | 104,12± 1,22 |
| Гипертрофическая кардиомиопатия | 20,1± 0,02* | 34,22± 0,5* | 5,2± 0,03* | 3,33± 0,03 | 101,01± 1,78 |
| Лучевой миокардит у пациенток с опухолью молочной железы | 20,7± 0,02* | 39,09± 0,03* | 5,8± 0,01* | 3,2± 0,01* | 98,88± 0,87* |
| Лучевой миокардит у пациенток с другими опухолями | 20,5± 0,27* | 38,09± 0,03* | 5,6± 0,01* | 3,00± 0,03* | 98,54± 0,33* |
| Токсический миокардит у пациентов, получавших полихимиотерапию | 19,33± 0,03* | 36,66± 0,05* | 5,45± 0,01* | 3,16± 0,02* | 98,7± 1,11* |
| Миокардит у пациентов, получавших сочетанную лучевую и химиотерапию | 20,12± 0,77* | 36,45± 0,98* | 5,45± 0,01* | 3,731± 0,01* | 100,12± 1,77* |
| Пациентки Клиники неврозов (пролапс митрального клапана) | 18,7± 1,21 | 41,07± 0,98* | 4,99± 0,01* | 3,21± 0,02 | 97,7± 1,25 |

*p<0,05.

Следует отметить, что наиболее значительными были изменения при максимально выраженных нарушениях в системе гемостаза, что подтверждает гипотезу о модулирующем влиянии миллиметрового излучения.

Среди пациентов, не получавших миллиметровую терапию, нами не отмечено существенной динамики состояния качества жизни, психологического статуса, а в связи с усугублением состояния системы гемостаза потребовалось назначение антикоагулянтов и дезагрегантов.

Ранее отмечалось улучшение клинического состояния пациентов с различной сердечно-сосудистой патологией на фоне воздействия миллиметровой терапии: антиноцицептивный эффект излучения [1-5], причем наступавший ранее, нежели антиангинальный, то есть не зависящий от воздействия на коронарный кровоток, что важно для некоронарогенной патологии. Формирование положительного личностного настроя в ходе лечения, изменение качества жизни, коррекция психологического статуса организма имеют важное значение для течения заболевания в целом, а в терапии некоронарогенной патологии, зачастую сопряженной с психологическими проблемами оказывают незаменимую помощь врачу и пациенту. Нормализация гемореологических расстройств (1, 6, 7, 8), коррекция симпато-адреналового обмена [3, 8], в результате миллиметровой терапии, выявленные ранее, получают дальнейшее подтверждение в нашей работе, как важнейшие патогенетические механизмы воздействия миллиметрового излучения на организм в целом, и на сердечно-сосудистую систему и миокард в частности. Безусловно, интересной представляется возможность применения электромагнитного излучения в миллиметровом диапазоне у пациентов с различной некоронарогенной патологией, дальнейшее расширение области применения метода.

## Литература


1. *Щелкунова И.Г.* Дисс. на соиск. уч. ст. канд.мед. наук. Влияние миллиметровой терапии на гемостаз и реологические свойства крови у больных нестабильной стенокардией. 1996, М, РГМУ, 110 с.
2. *Лебедева А.Ю.* Дисс. на соиск. уч. ст. канд.мед. наук. Патогенетические механизмы применения миллиметровой терапии у больных нестабильной стенокардией. 1996, М, РГМУ, 120 с.
3. *Царев А.А.* Дисс. на соиск. уч. ст. канд.мед. наук. Состояние мозгового кровотока и симпато-адреналовой системы у пациентов гипертонической болезнью на фоне лечения электромагнитным излучением в миллиметровом диапазоне. 1998, М, РГМУ, 109 с.
4. *Лебедева А.Ю., Щелкунова И.Г.* Лечение больных нестабильной стенокардией методом КВЧ-терапии. – Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1993, № 2, с.89-93.
5. *Федулаев Ю.Н.* Дисс. на соиск. уч. ст. канд. мед наук. Эффективность раздельного и комбинированного применения лазерной и миллиметровой терапии у больных стенокардией напряжения I-III функциональных классов на догоспитальном этапе. 1996, М, РГМУ, 197 с.
6. *Люсов В.А., Волов Н.А., Лебедева А.Ю., Щелкунова И.Г., Кудинова М.А., Федулаев Ю.Н.* Некоторые механизмы влияния миллиметрового излучения на патогенез нестабильной стенокардии. – Материалы 10 российского симпозиума с международным участием "Миллиметровые волны в биологии и медицине", сборник докладов. 1995, с. 26-27.
7. *Щелкунова И.Г., Люсов В.А., Волов Н.А., Лебедева А.Ю., Федулаев Ю.Н.* Коррекция гемореологических нарушений у больных нестабильной стенокардией методом миллиметровой терапии. – Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1995, № 5, с.46-49.
8. *Щербинина Н.И., Щелкунова И.Г., Лебедева А.Ю., Федулаев Ю.Н., Царев А.А., Окунев А.В., Гринь Д.А., Лучанкина М.А., Колесова А.Р., Щербинин И.В.* Клинические эффекты электромагнитного излучения в миллиметровом диапазоне у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями. – Тезисы

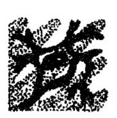
докладов научно-практической конференции ИПК ФУ "Медбиоэкстрем" "Актуальные проблемы повышения квалификации врачей в условиях реформы здравоохранения". М, 1999, с.49
9. *Варик Н.П., Шох Б.П.* Пролапс митрального клапана – Кардиология, 1975, № 7, с. 118-123.
10. *Вейн А.М., Соловьева А.Д., Недоступ А.В.* Вегетативные нарушения при ПМК. – Кардиология, 2, 1995, с. 55-58.
11. *Abrams J.* – Am.Heart J., 1976,v.92, p.413-414.
12. *Barlow J.B., Pocock W.A., Obel I.W.P.* Am.Heart J., 1981, 102, 140-142.
13. *Hancock E.W., Cohn N.* – Am.J.Med., 1966, v.41, p.183-187.

## The EHF therapy of myocardium lesion provoked by different medical causes

*I.G.Shchelkunova, I.V.Matrenina, A.Yu.Lebedeva*

The new aspects of the EHF therapy of myocardium lesion provoked by different medical causes are discussed in the paper. It was revealed the pronounced decrease of cardialgic episodes in a day, the improvement of psychological patient's status as well as rheological indexes normalization during EHF therapy of the lesion.

# Традиционные и возможные ролевые эффекты гепарина в механизмах КВЧ воздействия низкой интенсивности



*Родштат И.В.*

*Институт радиотехники и электроники РАН, город Фрязино*

Рассмотрены традиционные и возможные ролевые эффекты гепарина в механизмах КВЧ-воздействия низкой интенсивности. Среди последних, т.е. возможных ролевых эффектов, активация системы комплемента и активация липопротеинлипазы, а также участие в первичной или биофизической рецепции.

## Введение

Нами, в соавторстве с *Б.С.Брискиным, В.Н.Букатко, Н.Р.Панченковым* и *В.Д.Котовым*, проанализирована динамика коагулогических показателей у больных острым деструктивным панкреатитом при воздействии различных миллиметровых волн [1]. Проведенный анализ позволил связать эффект однократного лечебного воздействия на волне 4,9 мм с влиянием гепарина, предположительно выделенного из тучных клеток при их дегрануляции. Напомним [2], что дегрануляция тучных клеток реализуется двумя путями. Происходит как выброс из гранул ранее образованных медиаторов, так и выброс вновь образованных медиаторов. К числу ранее образованных медиаторов относится гепарин. Гепарин может находиться непосредственно в ткани кожи, мышц, сердца, легких, печени и в базофильных клетках крови [3, 4]. Дело в том, что гепарин относится к гликозоаминогликанам, заполняющим большую часть межклеточного пространства. Различают четыре основные группы гликозоаминогликанов, а именно:

1) гиалуроновую кислоту;
2) хондроитсульфат и дерматансульфат;
3) гепарансульфат и гепарин;
4) кератансульфат.

Гепарансульфат сходен с гепарином, только в нем меньше N- и O-сульфатных групп [5]. Все же, как отмечают некоторые исследователи [6], гепарин не является типичным компонентом соединительной ткани.

## Традиционные ролевые эффекты гепарина

Хорошо известно, что гепарин является эффективным антикоагулянтом. Это свое действие гепарин реализует путем связывания антитромбина III и затем комплекс гепарин-антитромбин III приводит к необратимой инактивации ряда факторов свертывания крови, а именно, тромбина и Xa, IXa, XIa, XIIa сериновых протеиназ [7]. Кроме того, гепарин активирует фибринолиз и поэтому способствует растворению сгустков крови [3]. Сочетание такого рода антикоагулянтных эффектов предопределило использование гепарина, полученного из слизистой оболочки кишечника свиней [8], для профилактики и лечения тромбоэмболических заболеваний и их осложнений у человека. В частности, гепарин используют для терапии тромбогеморрагических проявлений диссеминированного внутрисосу-

дистого свертывания (ДВС) крови, практически всегда осложняющего острый деструктивный панкреатит. Гепарин абсолютно показан, по данным из [9], в гиперкоагуляционной и переходной фазах ДВС синдрома. В сниженных дозах гепарин может применяться в случае ДВС синдрома перед хирургическими вмешательствами. Такого рода необходимость возникала практически у половины наших больных, у которых было проведено малоинвазивное хирургическое вмешательство (дренирование брюшной полости, сальниковой сумки и эндоскопическая папиллосфинктеротомия) [1]. По данным из [7], использование гепарина в терапии диссеминированного свертывания крови может приводить к существенному снижению летальности, а именно с уровня в 90% до 18%. По-видимому, столь резкое снижение летальности при гепаринотерапии диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови не может быть объяснено только влиянием на коагулогические свойства крови и предполагает также дополнительные факторы лечебного воздействия.

**Возможные ролевые эффекты гепарина**

Согласно данным из [7], гепарин активирует систему комплемента. Напомним, что система комплемента представляет собой сложный комплекс примерно из 20 белков и участвует в реализации фагоцитоза, существенно облегчая его путем увеличения адгезии макрофага и мишени, образования биологически активных фрагментов и повреждения мембран гетерологичных клеток. Конкретно речь идет о С4-связывающем белке, который играет определенную роль в регуляции классического пути активации комплемента [10]. В частности он, т.е. С4-связывающий белок, осуществляет диссоциацию С3-конвертазы и играет роль кофактора для фактора I при расщеплении С4b. Гепарин же, соединяясь с С4-связывающим белком, блокирует его от связи с С4b. Напомним также, что инициация классического пути активации комплемента определяется антителом, соединенным с инородной частицей. А именно, этот тандем активирует первый компонент каскада комплемента С1q. Важно подчеркнуть, что С1q в одном участке своей молекулы имеет спираль, подобную коллагеновой спирали [11]. Речь идет об N-терминальных концах полипептидных цепей, причем именно коллагеноподобная хвостовая часть реагирует с рецептором к С1q. Полупериод жизни или циркуляции в кровотоке (t1/2) С1q составляет около 40 часов, а в крови находится примерно 50-75 % С1q [10]. Чтобы лучше представить себе последствия недостаточной активации компонента комплемента С4, следует напомнить, что подобного рода ситуация наблюдается у больных системной красной волчанкой с симптомами поражения центральной нервной системы. В качестве основы поражения здесь фигурирует отложение иммунных комплексов в сосудистых сплетениях мозга, причем низкий уровень С4 отмечен в спинномозговой жидкости [2]. Об этом следует помнить и при лечении острого деструктивного панкреатита, поскольку при патологоанатомическом исследовании мозга умерших и здесь наблюдается гиперемия, мелкие околососудистые кровоизлияния, отек мозговых оболочек и стволовых образований [12]. Таким образом, имеются все основания предполагать существенную роль гепарина, выделенного под влиянием однократного лечебного воздействия миллиметровых волн низкой интенсивности, в оптимизации иммунного ответа у больных острым деструктивным панкреатитом. Это предположение основано также и на том, что Т-хелперы после распознавания

антигена в комплексе с MHC (major histocompatibility complex) класса II на поверхности предельно активированных комплементом макрофагов и пролиферации, начинают секретировать γ-интерферон, который, в свою очередь, опять же стимулирует макрофаги и способствует дифференцированию Т-супрессоров и В-лимфоцитов [2,13].

Панкреатиты отличает низкая активность липопротеинлипазы, гепарин же приводит к высвобождению липопротеинлипазы с поверхности эндотелия сосудов в кровь, что, в свою очередь, способствует поступлению из ткани в кровь хиломикрон [10, 14]. Напомним, что хиломикроны представляют собой самые крупные липопротеиновые частицы (диаметр от 100 до 1000 нм) и содержат преимущественно триглицериды, а также небольшие количества фосфолипидов, свободного холестерина, эфиров холестерина и белка. Основной функцией хиломикрон является перенос пищевых триглицеридов из кишечника, где происходит их всасывание, в кровяное русло через грудной лимфатический проток. Концентрация хиломикрон в плазме крови обычно достигает максимума через 3-6 часов после приема жирной пищи, а затем постепенно снижается (время их полужизни составляет менее одного часа) [15]. Высокий риск панкреатита возникает при концентрации триглицеридов в крови выше 1000 мг/100 мл [10]. Гидролиз триглицеридов под воздействием липопротеинлипазы происходит, в основном, внутри капилляров жировой ткани, скелетных мышц и сердечной мышцы [15]. Таким образом, гепарин уменьшает риск возникновения панкреатита и пролонгирования уже возникшего заболевания за счет увеличения липопротеинлипазной активности.

Ну и, наконец, отнесение гепарина, наряду с гепарансульфатом, к числу гликозоаминогликанов, ставит вопрос о его возможной роли в процессе первичной или биофизической рецепции КВЧ-воздействия низкой интенсивности при КВЧ-терапии. Дело в том, что, во-первых, гликозоаминогликаны в тканях не существуют в свободном виде, а присоединены ковалентной связью к белкам и поэтому носят название протеогликанов. Например, в мономере протеогликана, который не может быть разделен на составные части физическими методами, сахара составляют 93 % объема молекулы, а белок только 7 %. Гепарин в составе тучных клеток также связан с белком, объем которого составляет 15 % от объема всей молекулы [6]. Во-вторых, протеогликаны сильно гидратированы и располагаясь на поверхности коллагеновых фибрилл, защищают их от протеолитического действия коллагеназ. Например, в коже протеогликаны составляют всего несколько процентов от ее массы, но оттягивают на себя около 23 весовых процентов от всего количества воды. В-третьих, коллаген составляет 1/3 всех белковых субстанций организма человека и столько же этого внеклеточного белка содержится в коже, которую и облучают в процессе КВЧ-терапии, а миллиметровые волны, как известно, поглощаются тканевой жидкостью. Ну и, наконец, наиболее вероятными кандидатами на роль сенсорных рецепторов для миллиметровых волн низкой интенсивности являются тельца Руффини, которые представляют собой внутрикожное образование с непосредственным соединением без промежуточной ткани нервного и коллагенового волокон и которое функционирует как пьезоэлектрик.

### Заключение

Возможные лечебные эффекты гепарина в механизмах КВЧ-воздействия низкой интенсивности, по-видимому, не ограничиваются антикоагулянтной активностью, а распростра-

няются также на адаптивное усиление иммунитета через активацию системы комплемента, на оптимизацию тканевого метаболизма путем стимуляции липопротеинлипазной активности и на систему первичной или биофизической рецепции. Нелишне также сказать, что предполагаемая под влиянием КВЧ-воздействия низкой интенсивности дегрануляция тучных клеток, сопровождаемая лечебными эффектами гепарина, приводит к секреции макрофагами $\alpha_2$-макроглобулина, т.е. второго по значимости (после антитромбина III) фактора антитромбинового резерва, который, в свою очередь, обладает антиканцерогенным и радиопротекторным действием [16].

## 🕮 Литература


1. *Брискин Б.С., Букатко В.Н., Родштат И.В., Панченков Н.Р., Котов В.Д.* Сравнительный анализ динамики коагулогических показателей при воздействии различных миллиметровых волн у больных острым деструктивным панкреатитом. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002, № 5-6, с.3-8.
2. *Ройт А.* Основы иммунологии. / Пер.с англ. яз. под ред. *Р.Г.Васильева* и *А.Ф.Киркина.* – М: Мир, 1991, 327 с.
3. *Вайс Х., Елькман В.* Функции крови. – Физиология человека / Пер. с англ. яз. под ред. *П.Г.Костюка.* М: Мир, 1996, т.2, с.414-453.
4. *Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж.* и др. Молекулярная биология клетки / Пер. с англ. яз. под ред. *Г.П.Георгиева* и *Ю.С.Ченцова.* – М.: Мир, 1994, т. 2, 540 с.
5. *Страйер Л.* Биохимия / Пер. с англ. яз. под ред. *С.Е.Северина.* – М: Мир, 1984, т.1, 232 с.
6. *Мусил Я., Новакова О., Кунц К.* Современная биохимия в схемах / Пер. с англ. яз. *С.М.Аваевой* и *А.А.Байковой.* – М: Мир, 1984, 215 с.
7. *Карвальхо А.К.А.* Гемостаз и тромбоз. – Патофизиология крови / Пер. с англ. яз. под ред. *Ю.В.Наточина.* – М: Binom Publishers и Санкт-Петербург, Невский диалект, 2000, с.191-281.
8. *Машковский М.Д.* Лекарственные средства. – Харьков: Торсинг, 1997, т.1, 543 с.
9. *Баркаган З.С.* Геморрагические заболевания и синдромы. – М: Медицина, 1988, 527 с.
10. *Тиц Н.* (ред.) Энциклопедия клинических лабораторных тестов / Пер. с англ. яз. под ред. *В.В.Меньшикова.* – М: Лабинформ, 1997, 942 с.
11. *Хаяси Г.* Многообразие форм и действия коллагена. – Пер. (ND-23857) с яп. яз. статьи из журнала Гэндай кагаку, 1981, № 120, с.26-34.
12. *Герман Э., Прусиньски А.* Неврологические синдромы в клинике внутренних болезней / Пер. с пол. яз. *В.В.Полянской.* – Варшава: Польское государственное медицинское издательство, 1969, 219 с.
13. Иммуноферментный анализ. – М: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1999, 49 с.
14. *Шмуцлер В.* Нарушение свертывания крови / Пер. с нем. яз. *Г.С.Богаткевич.* – Минск: Беларусь, 1996, с.206-220.
15. *Томпсон Г.Р.* Руководство по гиперлипидемии / Пер. с англ. яз. под ред. *Е.Чазова* и *В.Смирнова.* – М: Всесоюзный кардиологический научный центр АМН СССР, 1991, 255 с.
16. *Родштат И.В.* Физиологическая концепция взаимодействия миллиметровых радиоволн с организмом человека. – Сб. докл. Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине". – М: ИРЭ АН СССР, 1991, ч.3, с.548-553.


---

## Some traditional and possible characteristic effects of heparin in the mechanisms of low-intensity EHF influence


*I.V. Rodshtat*



It had examined some traditional and possible characteristic effects of heparin in the mechanisms of low-intensity EHF influence. Amongst the latter, i.e. some possible characteristic effects, it had examined the activation of system of complement and the activation of lipoproteinlipasa, and also participation in the primary or biophysical reception.

# Влияние когерентных и некогерентных электромагнитных волн ММ-диапазона на некоторые биофизические параметры эритроцитарных мембран



*Баджинян С.А., Григорян Д.С., Малакян М.Г., Бадирян В. А.*

*Научный центр радиационной медицины и ожогов, Ереван, Армения*

В условиях 4-х дневного воздействия по 30 минут на организм ЭМВ ММ-диапазона когерентной и некогерентной природы наблюдаются расстройства структурно-функционального состояния эритроцитов, регистрируемые до 30-ых суток включительно.

## Введение

В последние годы все больший интерес привлекают работы, посвященные влиянию электромагнитных волн (ЭМВ) ММ-диапазона на биологические мембраны [1-3]. Исследования, проведенные на различных видах биомембран, в том числе и на мембранах эритроцитов, позволили в определенной мере охарактеризовать влияние излучения ММ-диапазона на некоторые их структурно-функциональные свойства. Однако значение этих изменений для клетки в целом, как и механизм биологического действия ЭМВ ММ-диапазона, во многом остается не ясным.

Основная часть научных работ, в которых описываются биоэффекты ЭМВ, посвящена исследованию биологического действия когерентных волн. Однако повседневно применяемая в быту и технике электро-, радио-, теле- и другая аппаратура при работе излучает ЭМВ некогерентной природы, то есть шумовые волны. Поэтому целесообразно проводить исследования с использованием различных видов волн - как когерентной, так и некогерентной природы.

Живые системы осуществляют свою деятельность путем ряда сложных процессов и механизмов, в том числе с использованием внутри- и внеклеточной электромагнитной информации и соответствующей биоэлектрической регуляции. В связи с этим техногенная электромагнитная среда, особенно при продолжительном воздействии, несомненно, откладывает отпечаток на функциональное состояние организма.

Эритроциты являются удобным объектом для изучения эффектов воздействия на организм различных внешних и внутренних факторов, в том числе ЭМВ ММ-диапазона. Общность структурной организации эритроцитарных мембран с клеточными мембранами различных органов позволяет судить по состоянию их структурно-функциональных свойств о биологических последствиях влияния этих факторов на организм в целом.

В представляемой работе было проведено изучение мембрано-клеточных эффектов при облучении организма животных когерентными и некогерентными ЭМВ ММ-диапазона по 30 минут в течение 4 дней ежедневно. После прекращения облучения на

1-ые, 7-ые, 14-ые и 30-ые сутки были исследованы проницаемость мембран для ионов $K^+$, уровень продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) эритроцитов и показатель упруго-механических свойств клетки - деформируемость. Подобный выбор обусловлен тем, что изменение активности процессов ПОЛ отражается в виде функциональных и структурных нарушений клетки. В первую очередь, это сдвиги в ионтранспортных свойствах и деформационной способности эритроцитов [4], которые могут приводить к нарушению реологических свойств эритроцитов и микроциркуляции с возможным последующим расстройством циркуляторного гомеостаза [5].

## Материалы и методы

Исследования проводили на белых половозрелых беспородных крысах массой 170-180 г. Источником низкоинтенсивного когерентного излучения служил аппарат «Явь-1» с длиной волны 5,6 мм и интенсивностью излучения 10 мВт/см$^2$. Генератором некогерентного излучения служил аппарат «Арцах-2ш» с длиной волны от 4,0 до 6,0 мм, с полосой рабочих частот 52,0-78,0 ГГц, интенсивностью 30 dB/$KT_0$. При облучении рупор волновода находился на расстоянии 50 см от животных (тотальное воздействие). Животных подвергали ежедневному 30-минутному облучению в течение 4-х суток.

Контрольной группой служили животные, которым имитировалось облучение в тех же условиях, что и в опытных группах, и интактные животные.

Анализы проводились на 1-ые, 7-ые, 14-ые и 30-ые сутки после воздействия. Декапитацией животных получали пробы периферической крови с последующим выделением эритроцитов в виде плотно упакованной массы клеток для определения изучаемых показателей.

Определение активности продуктов окисления липидов (ПОЛ) проводилось по методу [6]. В основе метода лежит реакция между одним из конечных продуктов ПОЛ - малоновым диальдегидом (МДА), и тиобарбитуровой кислотой. Определение концентрации МДА проводили спектрофотометрически при длине волны 532 нм на спектрофотометре СФ-46 ЛОМО. Количество МДА расчитывали по коэффициенту молярной экстинкции. Результаты выражали в нМ МДА на 1 мл суспензии эритроцитов.

Выходной поток ионов калия из эритроцитов определяли с помощью $K^+$-селективного электрода фирмы «Skytin» (ЧССР) по результатам нарастания концентрации $K^+$ в изотонической среде NaCI в течение 1 часа инкубации эритроцитов при 37°С по-методу [7].

Деформируемость эритроцитов определяли по методу, описанному в работе [8]. Готовилась суспензия эритроцитов, в которой с помощью камеры *Горяева* под микроскопом подсчитывалось количество эритроцитов. После фильтрации суспензии через стеклянный фильтр с миллипорами размером 3-4 мкм подсчитывалось число прошедших через фильтр клеток. Соотношение числа эритроцитарных клеток в фильтрате к числу клеток до фильтрации (коэффициент $K_f$) характеризовало деформационную способность эритроцитов: чем выше эта величина, тем больше деформируемых клеток.

Мембранный потенциал (МП) эритроцитов определяли по-методу [9], который в широких пределах не зависит от гематокрита и основан на электрометрическом определении равновесного распределения хлор-водородных ионов внутри и снаружи клетки.

Статистическую обработку полученных результатов проводили на

ческого значения и стандартной ошибки.

## Результаты и обсуждение

Результаты анализов показали, что в контрольной группе животных во все исследуемые сроки после имитации облучения по всем изучаемым показателям не было изменений, и значения этих параметров совпадали с таковыми у интактных животных. Поэтому на рисунках, отображающих динамику изменений изучаемых показателей в опытных группах, приведена только одна величина – контроль.

Определение уровня продуктов ПОЛ эритроцитарных мембран выявило, что, начиная уже с 1-ых суток после прекращения хронического облучения организма белых крыс как когерентными, так и некогерентными ЭМВ ММ-диапазона уровень продуктов ПОЛ эритроцитарных мембран повышается (рис.1). Максимальное увеличение наблюдается на седьмые сутки. В последующие сроки наблюдения этот показатель имеет тенденцию к понижению. В поздние сроки (30-ые сутки) уровень активности ПОЛ эритроцитов животных, подвергшихся лучевому воздействию когерентными волнами, все еще остается выше контрольного значения, тогда как во второй опытной группе животных этот показатель полностью восстанавливается.

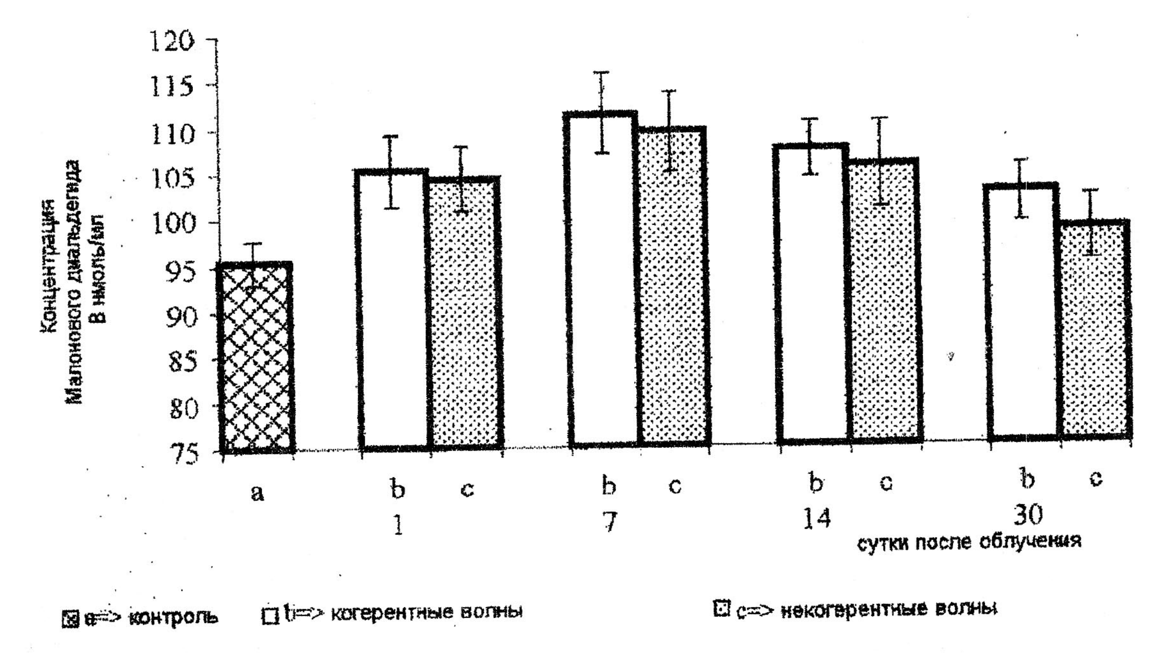



**Рис.1.** Динамика изменения уровня продуктов ПОЛ мембран эритроцитов животных, облученных когерентными и некогерентными ЭМВ ММ-диапазона

Как было ранее показано, активация процессов ПОЛ под воздействием ЭМВ ММ-диапазона способствует качественным и количественным изменениям в фосфолипидном составе мембран, что приводит к нарушению структурно-функциональных свойств эритроцитарных мембран [10]. Регистрация деформационной способности эритроцитов, как показателя их упруго-механических свойств, обнаружила изменение его величины вследствие облучения как когерентными, так и некогерентными ЭМВ ММ-диапазона (рис.2). Максимальное отклонение от контрольного значения в обоих случаях было выявлено на седьмые сутки исследования. К 30-ым суткам была отмечена четкая тенденция к восстановлению. Как видно из полученных

данных, изменения деформируемости эритроцитов коррелируют с динамикой изменения активности ПОЛ в эритроцитарных мембранах: чем выше активность ПОЛ, тем ниже деформируемость эритроцитов, тем сильнее выражены нарушения упруго-механических свойств эритроцитов. Активация процессов ПОЛ вместе с сопутствующими структурными изменениями могут быть причиной повышения дефектности и хрупкости эритроцитарных мембранах и, как следствие, уменьшения деформационной способности эритроцитов, проявляемого разрушением этих клеток при прохождении через микропоры.

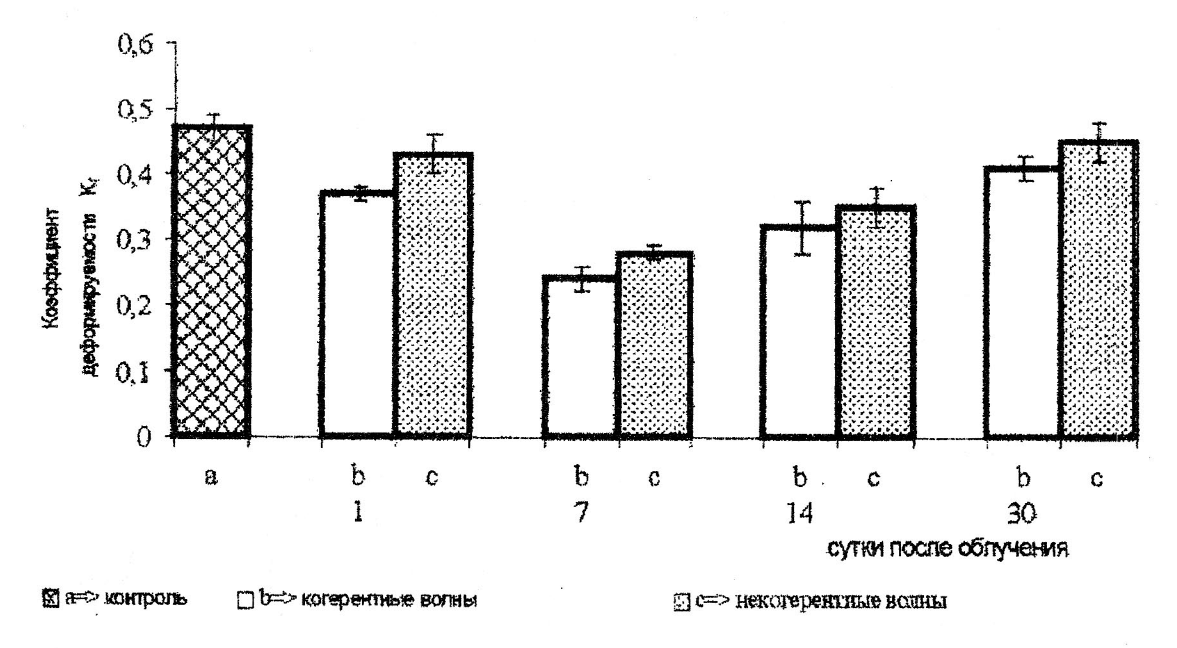



**Рис.2.** Динамика изменения деформируемости эритроцитов крови животных, облученных когерентными и некогерентными ЭМВ ММ-диапазона

Появление структурных изменений в эритроцитарных мембранах влечет за собой нарушение их функциональных свойств и внутриклеточного ионного гомеостаза, что было установлено в наших экспериментах в виде усиления утечки калиевых ионов через эритроцитарные мембраны. Как видно из приведенных на рис.3 данных, с первых же суток наблюдения отмечается увеличение проницаемости мембран эритроцитов для ионов калия при воздействии на животных как когерентными, так и некогерентными ЭМВ с максимумом изменений на 7-ые сутки. К концу срока исследования остаются еще заметными последствия лучевого воздействия в обеих экспериментальных группах. Вероятно, изменение фосфолипидного окружения вследствие активации ПОЛ в определенной степени способствует падению активности $Na^+$-$K^+$-АТФазы, обеспечивающей обратный захват калия и выведение ионов натрия из клетки за счет энергии расщепления АТФ.

В силу сохранения принципа электронейтральности клетки выход ионов $K^+$ должен быть компенсирован. Компенсация должна происходить за счет частичного входа положительно заряженных ионов $Na^+$ и массивного входа отрицательных ионов хлора, что приведет к нарушению водород-хлорного баланса. Определение мембранного потенциала эритроцитов облученных животных по хлор-водородному градиенту показало наличие аномальных изменений.

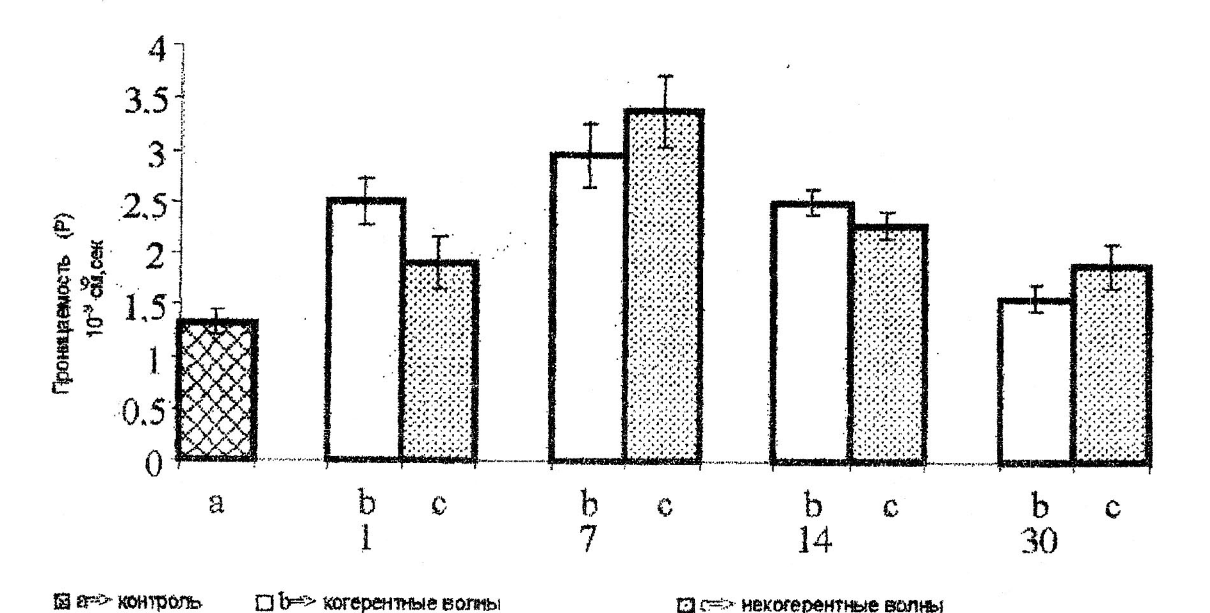



**Рис.3.** Динамика изменения $K^+$-проницаемости мембран эритроцитов крови животных, облученных когерентными и некогерентными ЭМВ ММ-диапазона

На рис.4 приведены результаты исследования МП эритроцитов. Можно заметить, что динамика изменения этого показателя функциональных свойств эритроцитарных мембран во все сроки наблюдения коррелирует с динамикой изменения остальных изучаемых показателей, что свидетельствует об их взаимосвязанности.

На основе полученных экспериментальных результатов можно заключить, что в условиях ежедневного 30-минутного воздействия на организм в течение 4-х суток ЭМВ ММ-диапазона и когерентной, и некогерентной природы наблюдаются расстройства структурно-функционального состояния эритроцитов, регистрируемые до 30-ых суток включительно.

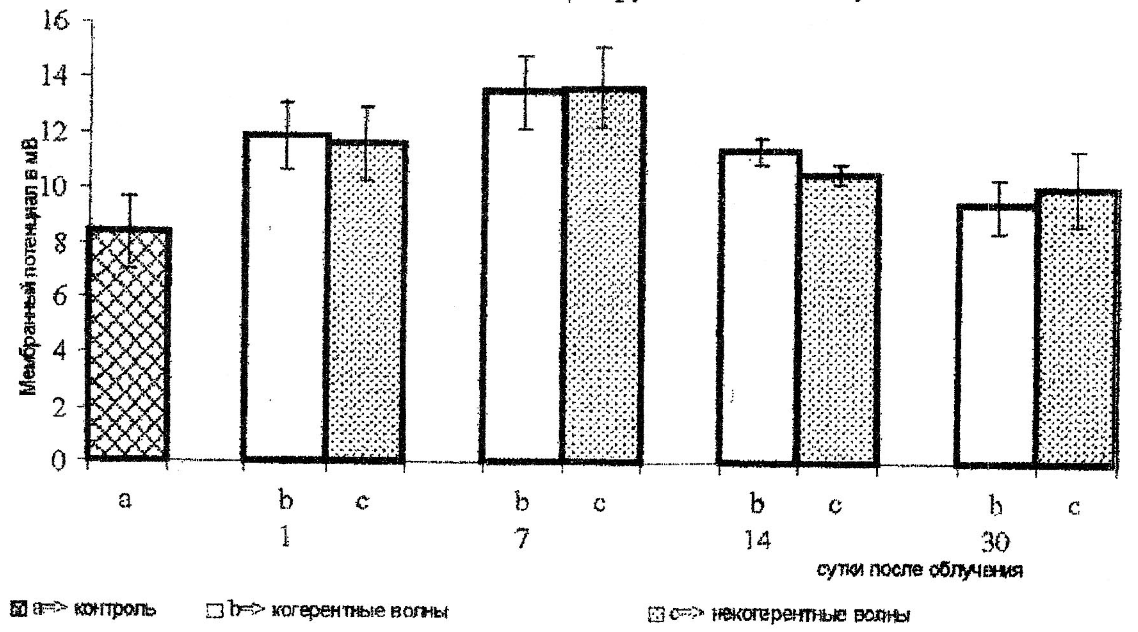



**Рис.4.** Мембранный потенциал эритроцитов крови животных, облученных когерентными и некогерентными ЭМВ ММ-диапазона

## 📖 Литература


1. *Бецкий О.В., Путвинский А.В.* Биологические эффекты миллиметрового излучения низкой интенсивности. – Изв. вузов МВ и ССО, СССР Радиоэлектроника. 1986, т. 29, № 4, с.130-135.
2. *Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н.* Некоторые новые представления о причинах формирования стимулирующих эффектов КВЧ излучения. - Биомедицинская радиоэлектроника .2000, № 1, с.23-34.
3. *Девятков Н.Д., Плетнев С.Д., Бецкий О.В., Файкин В.В.* Воздействие низкоинтенсивного импульсивного СВЧ излучения наносекундной длительности с большой пиковой мощностью различной длины волны на ионный транспорт, проницаемость клеточных мембран, процессы агрегации клеток и развития злокачественных образований. - Материалы 12-ого Российского симпозиума «Миллиметровые волны в медицине и биологии». Москва, 2000, с.84-87.
4. *Владимиров Ю.А., Арчаков А.И.* Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. - Москва, «Наука», 1972, с.341.
5. *Габриелян Э.С., Акопов С.Э.* Клетки крови и кровообращения. – Ереван, «Айастан», 1985, с.400.
6. *Бенисович Ю.В., Идельсон Л.И.* Образование перекисей жирных кислот в оболочке эритроцитов при болезни Маркиафо-Микели. - Вопросы медицинской химии. 1973, т. 19, № 6, с.596-599.
7. *Баджинян С.А., Казарян П.А., Акопов С.Э., Саарян А.В.* Изменение структурно-функциональных свойств эритроцитов под влиянием ионизирующей. – Радиационная биология. Радиоэкология. 1995, т.35, вып.3, с.364-369.
8. *Габриелян Э.С., Баджинян С.А., Петросян А.К.* и др. Исследование упруго-механических свойств эритроцитов и механизм их изменений при облучении. - Радиобиология. 1987, т.26, № 1, с.78-81.
9. *Macey R.I., Adorante J.S., Orme F.W.*. Erythrocyte membrane potentials determined by hydrogen ion distribution. – Biochem.Biophys. Acta. 1978, v.512, p.284-295.
10. *Bajinyan S., Hovhannisyan N., Arakelyan V., Meliksetyan A., Gasparyan L., Malakyan M.*. The effect of millimeter-range electromagnetic waves low intensity on cellular membranes. – Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine. 1999, 5(1), p.43-49


---

# The Effect of MM-Range Coherent and Incoherent Electromagnetic Waves on Some Biophysical Parameters of Erythrocytic Membranes in Case of Chronic Irradiation of the Organism


*S.A.Bajinyan, D.S.Grigoryan, M.H.Malakyan, V.A.Badiryan*



Under the 30 minutes 4 days exposure of mm-range electromagnetic waves of both coherent and incoherent nature, disorders of the structure-functional state of erythrocytes are registered till the 30th day of observation.

# Применение КВЧ-терапии в лечении больных с генерализованным пародонтитом



*Киричук В.Ф., Лепилин А.В., Апальков И.П., Гераськина Т.В.*

*Саратовский Государственный медицинский университет,*
*Саратовский областной госпиталь ветеранов войны*

У больных генерализованным пародонтитом имеют место нарушения гемостаза и реологических свойств крови. Одним из основных методов в комплексном лечении болезней пародонта является хирургический. Применение КВЧ-терапии в послеоперационном периоде способствует раннему восстановлению нарушений гемореологии и гемостаза, оптимизации репаративных процессов в пародонте.

## Введение

Болезни пародонта в настоящее время являются актуальной проблемой для стоматологов. По данным разных авторов распространенность их составляет от 25 до 40 % в возрасте до 35 лет и от 80 до 90 % - после 40 лет [2]. В пожилом возрасте болезни пародонта являются причиной потери зубов, вследствие чего возникают различные изменения в височно-нижнечелюстном суставе, нарушение жевания, речеобразования [7].

Существует необходимость раннего выявления, комплексного, эффективного лечения данной патологи в зависимости от степени тяжести. В настоящее время достоверно известно, что основным этиологическим фактором, приводящим к воспалительным изменениям в пародонте, является микробная бляшка, продукты жизнедеятельности которой приводят к структурным и функциональным изменениям в тканях пародонта [3].

Важным патогенетическим звеном в каскадном процессе изменений является нарушение кровотока в микрососудах тканей пародонта [3]. Это связано с некоторыми анатомическими и функциональными особенностями кровоснабжения. Микрососудистая сеть слизистой оболочки десны имеет обильные анастомозы через надкостницу с сосудами альвеолярной кости и периодонтом. Для капилляров слизистой оболочки десны характерно наличие на ультраструктурном уровне непрерывной базальной мембраны, фибрилл в эндотелиальных клетках, а также отсутствие фенестрации эндотелия [2]. Под эпителием свободной и прикрепленной десны располагается субэпителиальное сплетение, которое образуется из субпериостальных сосудов. В норме диаметр капиллярных петель составляет 7 мкм. Ближе к переходной складке в подэпителиальном слое десны располагается венулярное сплетение [6]. Кровоток в этой системе происходит за счет перепада гидродинамического давления в сосудах, и составляет: в артериях - 35 мм рт.ст., в капиллярах - 30 мм рт.ст., венулах - 25 мм рт.ст. Кровоток в десне достаточно интенсивен и на его долю приходится 70 % от всего кровотока в пародонте [2]. Микрососуды пародонта располагаются между пучками коллагена ближе к альвеолярной кости. Наибольшее их количество располагается в пришеечной и в приверхушечной области. В сосудистой системе периодонта есть

сосуды, имеющие клубочковое строение, а значит обладающие большими резервными возможностями относительно объема крови. Процесс жевания приводит к перераспределению крови в сосудах периодонта за счет сосудистых анастомозов и чередованию функциональной ишемии и гиперемии тканей [6]. Подобное изменение в сосудистом кровотоке пародонта вместе со связочным аппаратом зуба обладает амортизирующей функцией, способствует стабильному положению зуба в альвеоле. Жевательная нагрузка является основной, в ответ на которую в периодонте, как и в любых тканях, развивается функциональная гиперемия [2]. При возникновении патологических процессов в пародонте происходят вначале функциональные, а затем и глубокие органические изменения [3].

Процесс возникновения воспаления в пародонте можно представить следующим образом: бактериальные токсины и протеазы зубной бляшки оказывают непосредственное повреждающее действие на ткани пародонта; в ответ на повреждение происходит дегрануляция тучных клеток и накопление таких медиаторов воспаления, как серотонин, гистамин, гепарин; кроме того, происходит изменение активности ферментов калликреин - кининовой системы и их ингибиторов. Следствием этого является дезинтеграция гликозаминогликанов, изменение проницаемости сосудов, резистентности коллагена, изменение реактивности пародонта и общей реактивности организма [3]. Исследования некоторыми авторами свертывающей системы крови при пародонтите указывают на снижение скорости образования протромбина и тромбина и возрастание содержания в крови свободного гепарина, тенденция к снижению активности фактора XII и угнетению фибринолиза [9].

Некоторые авторы утверждают, что при генерализованном пародонтите развивается ДВС-синдром. С большой степенью вероятности можно предположить, что у больных с болезнями пародонта эти сдвиги обусловлены как функциональными, так и органическими изменениями в сосудистой сети, поскольку сосудистая стенка – один из эфферентных регуляторов гемостаза [5].

Основным методом лечения болезней пародонта является хирургический. Этот метод направлен на ликвидацию пародонтальных карманов, удаление поддесневых зубных отложений, восстановление альвеолярной кости. Но дополнительная травма при хирургическом лечении приводит к усугублению патологических процессов в тканях пародонта [1]. В настоящее время проблема послеоперационной реабилитации остро стоит перед хирургами-пародонтологами. Послеоперационная медикаментозная терапия затруднена в связи со значительной аллергизацией населения. Поэтому физические методы лечения преобретают в настоящее время широкую популярность [4].

Исследования последних лет показали, что коррекцию нарушений системы гемостаза можно провести с помощью метода КВЧ-терапии: происходит нормализация в микроциркуляторном звене системы гемостаза, улучшение биохимических показателей, характеризующих прокоагулянтную, антикоагулянтную и фибринолитическую активность крови [4].

**Цель и задачи исследования**

1. Исследовать у больных генерализованным пародонтитом изменение реологических и коагуляционных свойств крови под воздействием КВЧ-терапии.
2. Изучить у больных генерализованным пародонтитом особенности изменения клинических показате-

лей при использовании КВЧ-терапии, таких, как скорость эпителизации операционной раны, кровоточивость десны, стойкость капилляров, рецессия десневого края, скорость ликвидации воспаления в десне.

3. Разработать методику применения КВЧ-терапии у больных генерализованным пародонтитом.

## Материал и методы исследования

Нами обследовано и проведено лечение 25 больных с генерализованным пародонтитом различной степени тяжести. Всем больным проводилось комплексное исследование пародонта: определялась глубина пародонтальных карманов, кровоточивость десны при зондировании, подвижность зубов, гигиенические и пародонтальные индексы, определение стойкости капилляров (по *Кулаженко*). Состояние микроциркуляции оценивалось по реологическим свойствам крови и коагуляционного звена системы гемостаза: определялись вязкость крови при малых и больших скоростях сдвига, агрегация эритроцитов, деформируемость мембран эритроцитов, активированное парциальное тромбопластиновое время, протромбиновое время, тромбиновое время, активность антитромбина III, а также изменение этих показателей после добавления в исследуемую кровь 0,1 мл ротовой жидкости. В зависимости от проводимого лечения больные были разделены на две группы: первая - с применением в комплексном лечении метода КВЧ терапии; вторая – получавшие традиционное лечение. Возраст пациентов составил 50 лет и старше. Для проведения КВЧ-терапии применяли аппарат "Явь-1" с длиной волны 5,6 мм с воздействием на биологически активные точки кожи лица (Cv-26, Cv-27, St-7, St-8) [8]. Суммарное время воздействия - 30 минут, количество сеансов - 10. Хирургическое лечение заключалось в проведении открытого кюретажа и лоскутных операций.

## Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования показывают, что у больных с хроническим генерализованным пародонтитом до начала лечения вязкостные свойства крови усилены как при малых, так и при больших скоростях сдвига по сравнению с контрольной группой практически здоровых людей. Способность эритроцитов к агрегации повышена, в то время как деформация мембран эритроцитов (их жесткость) находится в пределах физиологической нормы. Кроме того, активированное парциальное тромбопластиновое время, протромбиновое и тромбиновое время оказались корче по сравнению с контрольной группой, а активность антитромбина III оказалась сниженной. Эти данные свидетельствуют о том, что у больных генерализованным пародонтитом реологические и коагуляционные свойства крови нарушены. Это обусловлено не только повышенной вязкостью крови, но и усилением агрегации эритроцитов. Параллельно с этим происходит усиление активности коагуляционного звена системы гемостаза, связанное с активацией тканевой протромбиназы, снижение антитромбиновой и антикоагулянтной активности крови, что можно расценивать как проявление гиперкоагуляционной фазы ДВС-синдрома.

Под влиянием компонентов ротовой жидкости больных хроническим генерализованным пародонтитом происходит дальнейшее усиление вязкости крови, особенно выраженное при малых скоростях сдвига. Одновременно она повышает способность эритроцитов к агрегации, не оказывая особенного влияния на жесткость мембран. Укорачивается протромбиновое, активированное тромбиновое, протромбиновое время. Эти данные

указывают на то, что компоненты ротовой жидкости, и прежде всего белки, входящие в ее состав, усиливают нарушения в реологических свойствах крови и повышают коагуляционный потенциал крови, что в еще большей степени могут приводить к сдвигам в гемореологии. Отмеченные нами нарушения в микроциркуляции у больных генерализовнным пародонтитом может быть одним из важнейших звеньев возникновения и развития этого заболевания.

Применение в комплексном лечении больных хроническим генерализованным пародонтитом метода КВЧ-терапии позволило восстановить реологические свойства крови и способность эритроцитов к агрегации. Слюна больных при этом обладала менее выраженным влиянием на показатели реологических свойств крови.

Клиническое использование КВЧ-терапии позволило также более быстро купировать болевой синдром после хирургического лечения. Отмечено ускорение сроков эпителизации послеоперационной раны у пациентов, получавших КВЧ-терапию, по сравнению с больными, имевшими традиционное лечение.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что применение КВЧ-терапии в комплексном лечении больных хроническим генерализованным пародонтитом позволяет восстановить реологические свойства крови и микроциркуляцию, а также ускорить процессы регенерации.

## Литература


1. *Безрукова А.П.* Хирургическое лечение заболеваний пародонта. - Москва, Медицина, 1987, 160 с.
2. *Воложин А.И., Логинова Н.К.* Патофизиология пародонта. - Москва, изд-во ММСИ, 1994, 108 с.
3. *Иванов В.С.* Заболевания пародонта.- Москва, изд-воМИА, 1998,-с.296.
4. *Киричук В.Ф.,Головачевыва Т.В., Чиж А.Г.* КВЧ-терапия. - Саратов, изд-во СГМУ, 1999, 360 с.
5. *Киричук В.Ф.* Физиология крови. - Саратов, изд-во СГМУ, 1999, 66 с.
6. *Курякина Н.В., Кутепова Т.Ф.* Заболевания пародонта. – Н.Новгород, изд-во НГМА, 2000, 162 с.
7. *Калпакянц О.Ю., Петросов Ю.А., Сеферян Н.Ю.* Заболевания височно-нижнечелюстного сустава.- Краснодар, Советская Кубань, 1996, 362 с.
8. *Катин А.Я.* Альтернативная медицина в кардиологии - Витебск, 1968, 648 с.
9. *Пинелис И.С.* Дифференциальные подходы к лечению некоторых заболеваний челюстно-лицевой области, сопровождающихся тромбогеморрагическим синдромом. // Автореф. дисс. док. мед. наук. Москва, ММСИ, 1988, 29 с.


---

## EHF therapy in patient with general periodontitis


*V.F.Kirichuk, A.V.Lepilin, I.P.Apalkov, T.V.Geraskina*



Patients with general periodontitis suffer from destroyed rheological blood properties caused by the raised viscosity of blood and the increased unit of erythrocytes; at the same time the activity of coagulation link of hemostasis system is extended and it is connected with the increase of the formation of tissue protrombogenic, reduction of antithrombogenic and anticoagulation blood activity that should be considered as the display of hypercoagulation phase of DIC. Patient's saliva increases the disturbance in rheological and coagulate blood properties electromagnetic radiation in the millimeter therapy applicated to chronical patients with general periodontitis, restores rheological blood properties, reduces DIC after the surgical interference and mares the epithelial period of the post operative wound much more reduced in time.

Редакция приносит извинения

за допущенную опечатку в журнале

"Миллиметровые волны в биологии и медицине"

№ 4 (28) за 2002 год, стр.58.

В примечании к таблице пропущено:

** - достоверность различия показателей ($p<0,05$)

по отношению к группам контроля (без КВЧ-воздействия).

** относятся к показателям ВСММ

в 5 и 7 группах животных

# ☞ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА "МИЛЛИМЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ"

1. К публикации принимаются материалы, не предназначенные для публикации в других изданиях.
2. Статьи представляются в виде файлов форматов *Word6, Word7 (*.doc)* на дискетах любой емкости с распечаткой в 1,5 интервала между строками (2 экз.). Их следует набирать в следующем порядке:

   название статьи;

   краткие сведения об авторах, включающие фамилию, имя, отчество и место работы,

   аннотация;

   текст статьи;

   литература;

   название, фамилии авторов и аннотация на английском языке.
3. Иллюстрации к статьям выполняются в виде отдельных файлов **форматов *Word6, Word7 (*.doc)*** и представляются на отдельных листах в двух экземплярах *(допускаются только черно-белые)*. На обороте каждого листа указываются название статьи, фамилии авторов и номер иллюстрации.

   Рисунки выполняются в соответствии со следующими требованиями:

   выбирать по возможности наиболее мелкий масштаб изображения (при условии читаемости);

   буквенные и цифровые обозначения на рисунках по начертанию и размеру давать в соответствии с обозначениями в тексте статьи (см. образцы начертания символов в журнале);

   размер рисунка — не более 15×20 см, желательно в портретной ориентации;

   выносить текстовую информацию из рисунка в текст статьи или подрисуночные подписи (см.п.4).

   **Не допускается включение иллюстраций в файл с текстом статьи!**
4. Все иллюстрации должны сопровождаться подрисуночными подписями (не повторяющими фразы-ссылки на рисунки в тексте), включающими в себя название иллюстрации и, при необходимости, условные обозначения. Подрисуночные подписи включаются в текст статьи в виде отдельных абзацев (Рис.1,2 ... . ...), расположенных в предполагаемых местах размещения иллюстраций.
5. Термины и определения, единицы физических величин, употребляемые в статье, должны соответствовать действующим ГОСТам.
6. Буквы в формулах необходимо размечать карандашом в первом экземпляре по следующим правилам:

   прописные и строчные буквы, различающиеся только своими размерами, подчеркиваются двумя чертами: прописные — снизу, строчные — сверху. Нуль не подчеркивается;

   греческие буквы подчеркиваются красным, векторы — синим (стрелки не употребляются), а матрицы — зеленым цветом;

   латинские буквы подчеркиваются волнистой чертой снизу;

   употребление рукописных, готических и русских букв, а также символов следует оговаривать на полях рукописи;

   индексы и показатели степени следует отчеркивать дугами, направленными вниз или вверх соответственно для нижних и верхних индексов. Необходимо четко различать в индексах написание запятой, штриха и единицы.
7. Формулы в тексте следует нумеровать в круглых скобках (например, (2)), литературные ссылки в прямых — [2], подстрочные замечания отмечаются звездочками *.
8. При оформлении списка используемой литературы обязательно следует указывать авторов и название работы, источник, издательство, год издания, страницы.
9. На последней странице рукописи должны быть подписи всех авторов. Служебные и домашние адреса авторов с обязательным указанием почтового индекса и номеров телефонов печатаются на отдельной странице.
10. Редакция не ставит в известность авторов об изменениях и сокращениях рукописи, имеющих редакционный характер и не затрагивающих принципиальных вопросов.

Для оперативной работы редакции просим указывать в сведениях об авторах адрес Вашей электронной почты. Наш адрес E-mail:NLeb@relcom.ru

Цена договорная **Индекс 47816**

**«Миллиметровые волны в биологии и медицине», 2003 г., № 1 (29)**